

Het Ontwerpen van Leertaken binnen de Wetenschappen

Citation for published version (APA):

van Merrienboer, J. J. G. (2005). Het Ontwerpen van Leertaken binnen de Wetenschappen: 'Four-Components Instructional Design' als Generatief Ontwerpmodel. Open Universiteit.

Document status and date:

Published: 08/06/2005

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

<https://www.ou.nl/taverne-agreement>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

pure-support@ou.nl

providing details and we will investigate your claim.

Downloaded from <https://research.ou.nl/> on date: 05 May. 2023

Open Universiteit
www.ou.nl



HOOFDSTUK 1 – INAUGURALE REDE

Het Ontwerpen van Leertaken binnen de Wetenschappen: ‘Four-Components

Instructional Design’ als Generatief Ontwerpmodel

Jeroen J. G. van Merriënboer

Open Universiteit Nederland

Voorwoord

Meneer de Rector en leden van de Raad van Bestuur van de Universiteit Hasselt, gewaardeerde collega's, dames en heren.

De moderne samenleving wordt gekenmerkt door een enorme groei in de beschikbare informatie en steeds snellere veranderingen in technologie. Dit heeft gevolgen voor de wijze waarop studenten worden opgeleid. Zo wordt het steeds belangrijker dat zij als beginnende beroepsbeoefenaren niet alleen over academische kennis beschikken, maar ook over algemene probleemoplosvaardigheden om op een flexibele en creatieve manier nieuwe probleemsituaties het hoofd te bieden. Voor het onderwijs betekent dit dat naast de traditionele kennisoverdracht het werken aan leertaken of opdrachten, die gericht zijn op leren probleemoplossen en redeneren, sterk aan belang toeneemt. Daarnaast wordt het voor studenten steeds belangrijker om zelf richting te geven aan hun leerprocessen en een leven lang te blijven leren, om ook in de toekomst mee te kunnen komen met de snelle ontwikkelingen in kennis en technologie. Hiermee neemt ook het belang van autonoom, zelfgestuurd leren binnen de opleiding toe. Deze twee thema's wil ik vanmiddag nader met u verkennen.

Om deze verkenning vorm te geven is mijn rede als volgt opgebouwd. Allereerst zal ik ingaan op drie fenomenen die ten grondslag liggen aan het onderwijsontwerp-model, het zogenaamde *vier-componenten model*, dat ik vanmiddag zal presenteren. Dit model beoogt de integratie van kennis, vaardigheden en houdingen in de plaats te stellen van ‘compartimentering’; het stelt hele, betekenisvolle leertaken of opdrachten centraal om ‘fragmentatie’ van complexe kennis in kleine eenheden te voorkomen, en het schrijft onderwijsmethoden voor die de ‘transfer paradox’ doorbreken en expliciet gericht zijn op gebruik van het geleerde in nieuwe probleemsituaties. Vervolgens beschrijf ik de vier componenten van het model. Betekenisvolle leertaken of opdrachten vormen de ruggengraat van het onderwijs. Ik zal stilstaan bij de vraag hoe zulke leertaken door docenten ontworpen kunnen worden en hoe de taken kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van autonoom leren. Daarnaast onderscheidt het model de componenten ondersteunende informatie, procedurele informatie en deeltaakoefening – ook deze componenten zal ik kort karakteriseren. Ik eindig mijn rede met een samenvatting van de belangrijkste conclusies en een woord van dank.

Wat is er Mis met ons Onderwijs?

Een eerste probleem met ons onderwijs duid ik aan als *compartimentering*. Dit verwijst naar het feit dat de meeste onderwijsmodellen een strikt onderscheid hanteren tussen het cognitieve, affectieve en psychomotorische domein. Een verdere indeling die vaak gehanteerd wordt binnen het cognitieve domein onderscheidt declaratief leren, met een nadruk op onderwijsmethoden voor de constructie van conceptuele kennis, en procedureel leren, met een nadruk op onderwijsmethoden voor de verwerving van—

procedurele—vaardigheden. Deze compartimentering heeft een zeer onwenselijke invloed gehad op het onderwijs – met dikwijls afzonderlijke stromen voor het onderwijzen van de theorie (hoorcolleges, zelfstudie), de vaardigheden ('skills lab', practica) en houdingen (stages, rollenspel.) Stel dat u een chirurgische ingreep moet ondergaan. Heeft u dan liever een chirurg met uitstekende technische vaardigheden, maar met een gebrekkige kennis van het menselijk lichaam? Of heeft u liever een chirurg met diepgaande kennis van het menselijk lichaam, maar met een vijandige houding jegens zijn patiënten? Of een chirurg met alle kennis, vaardigheden en houdingen die hij 35 jaar geleden verworven heeft, maar die deze nooit heeft bijgehouden? Deze vragen laten duidelijk zien dat het zinloos is om een strikt onderscheid te hanteren tussen domeinen van leren. De meeste chirurgische ingrepen vereisen zowel technische vaardigheden, diepgaande kennis van het menselijk lichaam, als een goed contact met de patiënt. Juist het vermogen om deze zaken steeds opnieuw optimaal te integreren maakt iemand tot een goed chirurg. Onderwijsmodellen moeten dan ook streven naar een optimale *integratie* van declaratief leren, procedureel leren (inclusief perceptuele en psychomotorische vaardigheden), en het leren van attitudes (inclusief het vermogen om kennis, vaardigheden en attitudes up-to-date te houden in een leven lang leren.) Moderne onderwijsmodellen doen dit door een centrale rol toe te kennen aan levensechte leertaken, die studenten aanzetten tot de gewenste integratie van kennis, vaardigheden en houdingen.

Een tweede probleem met ons onderwijs duid ik aan als *fragmentatie*. De meeste onderwijsmodellen analyseren een complex leerstofdomein in kleine eenheden (bijv. onthouden van een feit, toepassen van een procedure, begrijpen van een concept), waarna

onderwijsmethoden gekozen worden om elke eenheid afzonderlijk te onderwijzen (bijv. uit het hoofd leren, oefenen, probleemoplossen.) In het onderwijs worden de eenheden stuk voor stuk behandeld. Voor complexe vaardigheden of professionele competenties corresponderen de eenheden met deelvaardigheden, en studenten oefenen slechts één of een beperkt aantal deelvaardigheden tegelijkertijd. Nieuwe deelvaardigheden worden stukje bij beetje toegevoegd. En pas tegen het einde van de opleiding, bijvoorbeeld in een afstudeerproject, krijgen studenten de gelegenheid om professionele competenties in hun geheel te oefenen. Al in de jaren 1960 toonden Briggs en Naylor (1962; Naylor & Briggs, 1963) aan dat deze benadering alleen werkt als er heel weinig coördinatie tussen deelvaardigheden nodig is en als elke deelvaardigheid op zichzelf moeilijk te verwerven is door de studenten. Het probleem met deze gefragmenteerde benadering is dat er voor de meeste professionele competenties juist heel veel interacties tussen de verschillende aspecten bestaan en er dus een zeer groot beroep gedaan wordt op de coördinatie van (deel)vaardigheden, kennis en houdingen. Sinds de jaren 1960 is er veel empirisch bewijs gevonden dat laat zien dat het analyseren van een complex domein in kleine eenheden en het afzonderlijk onderwijzen van deze eenheden zonder zich te bekommeren om hun interacties, slechte leerresultaten geeft omdat studenten uiteindelijk niet in staat zijn om de verschillende eenheden te integreren en coördineren in levensechte transfersituaties (voor een overzicht, zie Clark & Estes, 1999.) Onderwijsmodellen moeten dan ook streven naar het onderwijzen van betekenisvolle *gehelen* en, vooral, het vermogen om de eenheden waaruit deze gehelen zijn opgebouwd te integreren en te coördineren bij de uitvoering van nieuwe taken.

Een derde en laatste probleem duid ik aan als de *transfer paradox*. De bovengenoemde compartimentering en fragmentatie leiden er veelal toe dat een lange lijst met onafhankelijke, specifieke leerdoelen de basis vormt voor het ontwerpen van onderwijs. Docenten gebruiken dan logischerwijs onderwijsmethoden die de hoeveelheid oefening, de benodigde tijd, of de inspanning van de studenten minimaliseren om deze specifieke leerdoelen te bereiken. Stel bijvoorbeeld dat studenten drie soorten fouten moeten leren diagnosticeren in een technisch systeem. Als er drie opdrachten nodig zijn om elk type fout te leren diagnosticeren, kan men studenten eerst fout type 1 leren diagnosticeren, dan fout type 2, en tenslotte fout type 3. Dit leidt tot het volgende oefenschema:

f1, f1, f1, f2, f2, f2, f3, f3, f3

Dit oefenschema is heel effectief om studenten in minimale tijd en met minimale inspanning de drie soorten fouten te leren diagnosticeren. Maar het leidt tot een lage *transfer* van het geleerde! Dat wil zeggen dat de kans klein is dat studenten na het oefenen ook in staat zijn om een nieuw type fout (f4 of f5) te diagnosticeren. Dit is een gevolg van het feit dat het oefenschema studenten uitnodigt om voor elk afzonderlijk type fout specifieke kennis te ontwikkelen die hen in staat stelt om precies die fout te diagnosticeren; meer algemene of abstracte kennis wordt niet ontwikkeld omdat men slechts gericht is op het bereiken van de specifieke leerdoelen. Als transfer van het geleerde belangrijk gevonden wordt, en het algemene leerdoel is om zoveel mogelijk fouten op te kunnen sporen in technische systemen, is een oefenschema waarbij de fouten in een toevalsvolgorde geoefend worden beter. Het oefenschema is dan bijvoorbeeld:

f3, f2, f2, f1, f3, f3, f1, f2, f1

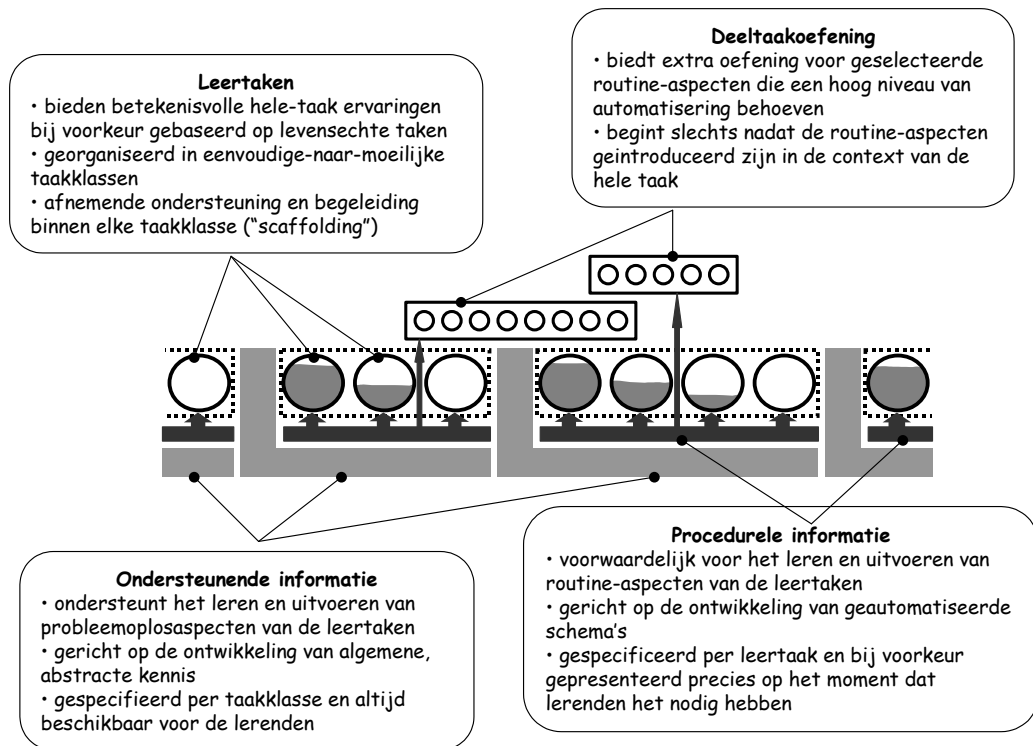
Dit oefenschema is op het eerste gezicht minder doelmatig dan het vorige omdat het studenten waarschijnlijk meer tijd en inspanning zal kosten. Maar het leidt wel tot een betere transfer van het geleerde. Dus, de kans dat studenten na afloop van het oefenen ook in staat zijn om een nieuw type fout (f4 of f5) correct te diagnosticeren is veel groter. Dit is een gevolg van het feit dat deze onderwijsmethode de studenten aanzet tot de constructie van meer algemene en abstracte kennis, die hen beter in staat stelt om nieuwe problemen op te lossen. Dit verschijnsel, dat onderwijsmethoden die het beste werken om specifieke leerdoelen te bereiken *niet* de beste methoden zijn om transfer te bereiken, wordt de ‘transfer paradox’ genoemd (van Merriënboer, de Croock, & Jelsma, 1997.) Een goed onderwijsmodel moet met deze paradox rekening houden en zich dus niet primair richten op het bereiken van afzonderlijke, specifieke leerdoelen maar juist op geïntegreerde, algemene leerdoelen die transfer van het geleerde mogelijk maken.

De Vier Componenten

Het “four-component instructional design” model (kortweg 4C/ID-model) is oorspronkelijk ontwikkeld door Van Merriënboer en anderen in het begin van de jaren 1990 (Van Merriënboer, Jelsma & Paas, 1992.) Het complete ontwerpmodel en de psychologische achtergronden staan beschreven in het boek *Training Complex Cognitive Skills* (van Merriënboer, 1997; zie ook van Merriënboer & Dijkstra, 1996, voor de theoretische basis van het model.) Een praktische uitwerking die is gericht op de onderwijspraktijk wordt beschreven in het boekje *Innovatief Onderwijs Ontwerpen* (Janssen-Noordman & van Merriënboer, 2002.)

Een volgens het 4C/ID-model ontwikkelde leeromgeving wordt beschreven in vier samenhangende componenten:

1. *Leertaken*: concrete, authentieke “hele-taak” ervaringen die worden aangeboden aan studenten. Onderwijsmethoden richten zich voornamelijk op het stimuleren van ‘inductie’: studenten worden aangemoedigd om cognitieve schema’s te ontwikkelen middels bewuste abstractie en generalisatie vanuit de concrete ervaringen.
2. *Ondersteunende informatie*: informatie die het uitvoeren en leren van probleemoplosaspecten en redeneeraspecten van leertaken ondersteunt. Het koppelt nieuwe informatie aan de voorkennis die studenten al hebben. Onderwijsmethoden richten zich voornamelijk op het stimuleren van ‘elaboratie’: studenten worden aangemoedigd om bestaande cognitieve schema’s te verrijken door nieuwe informatie-elementen hier op een zinvolle manier aan te relateren.
3. *Procedurele informatie*: informatie die voorwaardelijk is voor het leren en uitvoeren van routineaspecten van leertaken. Onderwijsmethoden richten zich voornamelijk op de zogenaamde ‘compilatie’ van kennis: studenten vormen geautomatiseerde schema’s die hen in staat stellen om bepaalde taakaspecten snel, foutloos en zonder bewuste controle uit te voeren.
4. *Deeltaakoefening*: extra oefeningen die aan studenten worden aangeboden om de automatisering van geselecteerde routineaspecten te bevorderen. Onderwijsmethoden richten zich voornamelijk op de ‘versterking’ van geautomatiseerde schema’s middels herhaling en langdurige oefening.



Figuur 1.1. Grafische weergave van de vier samenhangende componenten van het 4C/ID-model: (1) leertaken, (2) ondersteunende informatie, (3) procedurele informatie, en (4) deeltaakoefening.

Component 1: Leertaken als Ruggengraat van het Onderwijs

Een opeenvolging van leertaken of opdrachten vormt de kern van ieder 4C/ID-onderwijsprogramma (zie Figuur 1.1, waarin leertaken als cirkels worden gerepresenteerd.) Kenmerkend is dat studenten leertaken uitvoeren in een echte of een gesimuleerde taakomgeving en dat leertaken “hele” taken zijn: in het ideale geval confronteren zij studenten met alle samenstellende vaardigheden waaruit de te leren complexe vaardigheid of competentie bestaat. Goed ontworpen leertaken stimuleren studenten om cognitieve schema's te construeren door bewust algemene informatie te abstraheren uit de concrete ervaringen die de leertaken verschaffen. Vervolgens zorgen

leerprocessen zoals generalisatie en discriminatie ervoor dat de schema's worden aangepast en steeds opnieuw in overeenstemming gebracht met hun nieuwe ervaringen. De te construeren schema's bestaan in twee vormen: (1) *mentale modellen* die weergeven hoe een bepaald leerstofdomein georganiseerd is en het zo mogelijk maken om binnen dat domein te redeneren, en (2) *cognitieve strategieën* die weergeven hoe problemen in een bepaald leerstofdomein het beste kunnen worden aangepakt en het zo mogelijk maken om problemen in dat domein op een systematische manier te benaderen.

Taakklassen. Het is uiteraard onmogelijk om een student meteen aan het begin van een onderwijsprogramma hele moeilijke leertaken aan te bieden. Dit zou een cognitieve overbelasting tot gevolg hebben die het leren nadelig beïnvloedt (Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998; van Merriënboer & Sweller, 2005.) Studenten beginnen daarom met het uitvoeren van relatief eenvoudige leertaken die, naarmate hun expertise zich verder ontwikkelt, steeds moeilijker worden. Taakklassen worden gebruikt om een in moeilijkheid toenemende opeenvolging van leertaken te definiëren en om het proces van ontwikkeling en/of selectie van geschikte leertaken te sturen (zie de gestippelde lijnen rond de cirkels in Figuur 1.1.) Taakklassen en *niet* de afzonderlijke leertaken bepalen dus de basisstructuur van een 4C/ID-onderwijsprogramma. Leertaken in een bepaalde taakklasse zijn equivalent in die zin dat zij kunnen worden uitgevoerd op basis van dezelfde kennis (i.e., mentale modellen en cognitieve strategieën.) Een moeilijker taakklasse vereist méér kennis of verdere verdieping van kennis om de leertaken in die taakklasse te kunnen uitvoeren. Het basisidee van het 4C/ID-model is dus een hele-taak benadering voor het totale onderwijsprogramma, waarbij in de eerste taakklasse de meest eenvoudige versie van de hele taak die een “beroepsbeoefenaar” in de praktijk kan

uitvoeren aan de orde wordt gesteld. In moeilijker taakklassen worden de aannames die de taakuitvoering vereenvoudigen steeds verder versoepeld. De laatste taakklasse representeert alle taken, inclusief de moeilijkste taken, waarmee de student na het onderwijsprogramma in de beroepspraktijk of in het dagelijks leven geconfronteerd kan worden.

We zullen deze benadering om taakklassen te specificeren illustreren aan de hand van de vaardigheid ‘zoeken naar wetenschappelijke literatuur.’ Om te bepalen hoe de complexiteit van het uitvoeren van deze vaardigheid wordt beïnvloed kunnen de volgende complexiteitsfactoren worden geïdentificeerd: (a) de duidelijkheid van de definities van de concepten binnen de voor de zoekopdracht relevante domeinen (variërend van duidelijk tot onduidelijk); (b) het aantal artikelen dat over het te onderzoeken onderwerp is geschreven (variërend van weinig tot zeer veel); (c) het aantal domeinen waarin relevante artikelen zijn gepubliceerd en derhalve het aantal databestanden waarin gezocht moet worden (variërend van één bekend databestand tot meerdere onbekende databestanden die relevant moeten zijn voor het te onderzoeken onderwerp); (d) het type zoekopdracht dat nodig is (variërend van het zoeken op titels en trefwoorden tot het zoeken in samenvattingen en volledige teksten), en (e) het aantal benodigde zoektermen en Booliaanse operatoren (variërend van weinig zoektermen tot veel zoektermen die met Booliaanse operatoren zoals AND, OR en NOR aan elkaar zijn gerelateerd.) Op basis van deze complexiteitsfactoren worden de ‘simplificerende assumpties’ voor de eerste, meest eenvoudige taakklasse als volgt gespecificeerd: een categorie leertaken die studenten confronteert met situaties waarin gezocht wordt in een domein met duidelijk gedefinieerde concepten, op titels en trefwoorden in één bepaald

databestand, met slechts enkele zoektermen, en met een beperkt aantal relevante artikelen als resultaat. De meest complexe taakklasse wordt gedefinieerd als een categorie leertaken die studenten confronteert met situaties waarin gezocht wordt in domeinen waarbinnen en waartussen concepten onduidelijk zijn, in samenvattingen en volledige teksten, met veel zoektermen die met Booliaanse operatoren aan elkaar moeten worden gerelateerd, in meerdere deels onbekende databestanden, en met een groot aantal artikelen dat verder ingeperkt moet worden als resultaat. Additionele taakklassen met een tussenliggend moeilijkheidsniveau kunnen worden toegevoegd door een of meer van de complexiteitsfactoren te variëren.

Als de taakklassen eenmaal zijn gespecificeerd, kunnen voor iedere taakklasse de leertaken worden ontwikkeld of geselecteerd. Men zou bijvoorbeeld een bibliothecaris met veel ervaring kunnen vragen om concrete gevallen te beschrijven van succesvolle zoekopdrachten op titels en trefwoorden, in een bepaalde database, waarbij met slechts weinig zoektermen een beperkt aantal relevante artikelen werd gevonden (situaties die passen in de eerste taakklasse.) Hetzelfde moet worden gedaan voor de daarop volgende, moeilijker taakklassen. Deze beschrijvingen van concrete situaties per taakklasse dienen vervolgens als basis voor het ontwerpen van leertaken. Voor iedere taakklasse moeten voldoende concrete gevallen worden beschreven zodat studenten met meerdere leertaken op hetzelfde moeilijkheidsniveau kunnen oefenen.

Het is van belang dat binnen een en dezelfde taakklasse de leertaken niet verder worden geordend van eenvoudig naar moeilijk. In dezelfde taakklasse hebben alle leertaken min of meer hetzelfde moeilijkheidsniveau. Maar de leertaken verschillen wel van elkaar op alle dimensies waarop de taken ook in de “echte wereld” van elkaar

verschillen. De leertaken kunnen het beste in een willekeurige volgorde geplaatst worden (vgl. het opsporen van fouten in het technisch systeem) zodat zij van elkaar verschillen op hun typerende kenmerken, de context waarin zij worden uitgevoerd, en andere dimensies waarop zij in de werkelijkheid ook van elkaar verschillen. Deze hoge variabiliteit is nodig om bewuste abstractie en veralgemenisering te bevorderen. Dit leidt tot rijke cognitieve schema's die transfer van het geleerde naar nieuwe probleemsituaties mogelijk maken.

Leertaakondersteuning. Hoewel binnen een taakklasse de complexiteit van de opeenvolgende leertaken niet toeneemt, verschillen de leertaken wel in de mate waarin ondersteuning en begeleiding aan de studenten wordt geboden. Bij de eerste leertaken van een taakklasse krijgen de studenten veel ondersteuning. Vervolgens wordt de ondersteuning bij iedere volgende leertaak verminderd, zodat de student uiteindelijk de laatste leertaken van de taakklasse zonder enige ondersteuning uitvoert. Dit proces waarbij de ondersteuning afneemt naarmate de student meer expertise opbouwt wordt “scaffolding” genoemd. Dit wordt herhaald voor iedere taakklasse, waardoor een zaagtandpatroon van leertaakondersteuning ontstaat voor het hele opleidingsprogramma (zie de vulling van de cirkels in Figuur 1.1.)

Hierbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen productgerichte en procesgerichte ondersteuning. Productgerichte ondersteuning besteedt geen aandacht aan het probleemoplosproces maar ondersteunt studenten slechts door hen een deel van de oplossing te geven. Zo bieden uitgewerkte voorbeelden een complete oplossing die door de student bestudeerd of geëvalueerd moet worden en bieden aanvulopdrachten een gedeeltelijke oplossing die door de student compleet gemaakt moet worden.

Procesgerichte ondersteuning besteedt ook aandacht aan het probleemoplosproces zelf. Zo bieden proceswerkbladen de student houvast bij het aanpakken van nieuwe problemen en kunnen opgelegde gedragsbeperkingen ervoor zorgen dat studenten niet een volledig verkeerde weg inslaan. In een eerste workshop die ik in het kader van mijn leerstoel zal verzorgen wordt uitgebreid ingegaan op het construeren van leertaken voor opdrachtgestuurd onderwijs, in het bijzonder op het ontwerpen van productgerichte en procesgerichte vormen van ondersteuning (zie Hoofdstuk 2 van dit boekje.)

Autonoom leren. Het 4C/ID-model biedt een goede basis om autonoom, vraaggestuurd leren te realiseren. In optima forma betekent autonoom leren dat elke student steeds opnieuw zijn of haar volgende leertaak mag kiezen. Deze keuze heeft dan betrekking op de ondersteuning en begeleiding die bij de volgende leertaak geboden wordt; de complexiteit en moeilijkheid van deze taak (i.e., de taakklasse waar de taak deel van uitmaakt), alsmede andere kenmerken waarop de taken van elkaar verschillen. Beoordeling of *assessment* is kritisch in zo'n systeem van autonoom, zelfgestuurd leren: de weloverwogen keuze van een volgende leertaak is immers alleen maar mogelijk als de student precies weet wat haar of zijn zwakke en sterke punten zijn, zodat de volgende taak hier op in kan spelen en de student zo goed mogelijk naar het gewenste eindniveau kan leiden. Assessments ten behoeve van autonoom leren vinden zeer regelmatig plaats, gebruiken verschillende instrumenten (de “methodemix”) en zijn gebaseerd op een standaardset beoordelingscriteria.

Ik ben van mening dat een systematische aanpak nodig is om studenten zich te laten ontwikkelen tot autonomie. Aanvankelijk zullen docenten nog primair verantwoordelijk zijn voor assessments en de studenten adviseren bij het selecteren van

hun leertaken. Maar later zullen studenten meer en meer verantwoordelijkheid moeten nemen voor het beoordelen van hun eigen werk (self- en peer assessment) en het kiezen van nieuwe leertaken. Een ontwikkelingsportfolio speelt een centrale rol bij de ontwikkeling van deze autonomie: het stelt studenten in staat om kritisch terug te blikken op de resultaten van uitgevoerde leertaken en stelt hen tevens in staat om nieuwe taken te kiezen die optimaal bijdragen aan hun verdere ontwikkeling. In een tweede workshop die ik in het kader van mijn leerstoel zal verzorgen wordt uitgebreid ingegaan op het vormgeven van autonoom leren binnen de kaders van het 4C/ID-model (zie Hoofdstuk 3 van dit boekje.)

Component 2: Ondersteunende Informatie

Uiteraard moet aan studenten informatie worden aangeboden om ze zinvol aan leertaken te kunnen laten werken en om te zorgen dat ze ook daadwerkelijk iets van die leertaken leren. Deze ondersteunende informatie legt de link tussen wat studenten al weten en de kennis die ze nodig hebben om de leertaken te kunnen uitvoeren. Ze wordt meestal in colleges en tekstboeken gepresenteerd en docenten noemen het vaak ‘de theorie.’ Omdat aan elke leertaak van een bepaalde taakklasse dezelfde kennisbasis ten grondslag ligt, en omdat van tevoren niet precies bekend is welke kennis precies nodig is om een bepaalde leertaak succesvol te voltooien, wordt ondersteunende informatie niet gekoppeld aan individuele leertaken maar aan de taakklassen (zie “ondersteunende informatie” in Figuur 1.1.) De ondersteunende informatie voor iedere volgende taakklasse is een uitbreiding op, of een verdere verdieping van de eerder gepresenteerde informatie en stelt de studenten in staat dingen te doen waartoe ze daarvoor nog niet in

staat waren. Onderwijsmethoden voor de presentatie van ondersteunende informatie bevorderen voornamelijk de constructie van cognitieve schema's door elaboratief leren, dat wil zeggen, de informatie wordt zo gepresenteerd dat deze studenten helpt om betekenisvolle relaties te leggen tussen de nieuw gepresenteerde informatie-elementen en de kennis die zij al bezitten. Dit proces van elaboratief leren leidt tot complexe cognitieve schema's die begrip van zeer complexe zaken mogelijk maken.

Zoals al in de vorige paragraaf werd aangegeven bestaan er twee soorten cognitieve schema's die studenten helpen bij het uitvoeren van de leertaken: mentale modellen, die studenten in staat stellen om te redeneren binnen een domein, en cognitieve strategieën, die hen in staat stellen om problemen op een systematische manier te benaderen en om vuistregels en heuristieken toe te passen die richting geven aan het probleemoplosproces. Ondersteunende informatie weerspiegelt beide vormen van cognitieve schema's. Het is bijvoorbeeld bekend dat de topgolfer Tiger Woods nauwgezet verschillende golfbanen over de hele wereld bestudeert (om een mentaal model te ontwikkelen van deze golfbanen) en video's van zijn concurrenten analyseert (om cognitieve strategieën te ontwikkelen waarmee zijn probleem, het met zo weinig mogelijk slagen putten van de bal, kan worden aangepakt.) Dus zelfs experts proberen hun mentale modellen en cognitieve strategieën steeds weer verder te ontwikkelen en zo hun vaardigheid te vergroten.

Mentale modellen. Mentale modellen zijn representaties van hoe de wereld is georganiseerd en kunnen zowel algemene, abstracte kennis bevatten als concrete gevallen die deze kennis illustreren. Zij maken het mogelijk om zowel abstract als op basis van concrete gevallen over de wereld te redeneren. Mentale modellen kunnen worden

bekeken vanuit verschillende perspectieven en worden geanalyseerd in conceptuele, structurele en causale modellen. Conceptuele modellen (wat is dit?) representeren hoe “dingen” aan elkaar zijn gerelateerd en maken het mogelijk om objecten, gebeurtenissen en activiteiten te classificeren en te beschrijven. Kennis over beleggingsvormen en hoe ze van elkaar verschillen, bijvoorbeeld, helpt financiële analisten om de risico’s van verschillende beleggingsportefeuilles te bepalen.

Structurele modellen (hoe is dit georganiseerd?) beschrijven hoe plannen voor het bereiken van een bepaald doel aan elkaar gerelateerd zijn. Plannen kunnen de vorm hebben van ‘scripts’ (wanneer gebeurt wat?) die representeren hoe gebeurtenissen elkaar in de tijd opvolgen. In de biologie kunnen scripts een bioloog bijvoorbeeld in staat stellen om het paargedrag van een bepaalde vogelsoort te begrijpen en te voorspellen. Zij kunnen ook de vorm hebben van stereotype patronen of sjablonen (hoe is dit samengesteld?) die representeren hoe objecten aan elkaar zijn gerelateerd in de ruimte en die helpen bij het begrijpen of ontwerpen van artefacten. In de informatica kunnen sjablonen een programmeur bijvoorbeeld helpen om de broncode van bestaande computerprogramma’s te begrijpen en om code voor nieuwe programma’s te schrijven.

Causale modellen (hoe werkt dit?), ten slotte, beschrijven hoe principes met elkaar samenhangen en helpen om processen te interpreteren, te verklaren en te voorspellen. Kennis over de werking van de componenten van een chemische fabriek en hoe deze componenten elkaar beïnvloeden, bijvoorbeeld, helpt een procesoperator om fouten in die fabriek te kunnen diagnosticeren. In een rijk mentaal model kunnen de drie verschillende perspectieven gecombineerd zijn en zo kwalitatief redeneren in een bepaald domein mogelijk maken.

Cognitieve strategieën. Net zoals mentale modellen kunnen cognitieve strategieën zowel algemene, abstracte kennis bevatten als concrete gevallen die deze kennis illustreren. Zij worden veelal beschreven als Systematische Probleem Aanpakken (SPA's) die de opeenvolgende fasen in een probleemoplosproces beschrijven alsook de vuistregels of heuristieken die behulpzaam kunnen zijn bij het succesvol voltooien van iedere fase. Modelvoorbeelden illustreren hoe het toepassen van een bepaalde SPA kan helpen bij het bereiken van een bepaalde oplossing. De modelvoorbeelden functioneren als een "scharnier" tussen de ondersteunende informatie (waar ze cognitieve strategieën illustreren) en de leertaken (waar ze kunnen worden opgevat als leertaken met maximale ondersteuning, omdat de student het modelvoorbeeld alleen maar hoeft te *observeren*.) Zoals eerder beschreven kan een modelvoorbeeld worden vormgegeven als een demonstratie waarin een expert een niet-triviale taak uitvoert en tegelijkertijd uitlegt waarom hij of zij bepaalde beslissingen neemt en bepaalde acties verricht (bijvoorbeeld door hardop te denken.) In het ideale geval wordt het modelvoorbeeld van tijd tot tijd onderbroken om studenten vragen te stellen waarmee ze worden gedwongen kritisch na te denken over het probleemoplosproces dat wordt gemodelleerd.

Component 3: Procedurele Informatie

In tegenstelling tot ondersteunende informatie, die gericht is op probleemoplossen en redeneren, is procedurele informatie van toepassing op de routineaspecten van leertaken. Het verschaft studenten de 'stap-voor-stap' kennis die noodzakelijk is om deze routineaspecten correct te kunnen uitvoeren. Procedurele informatie kan bijvoorbeeld de vorm hebben van aanwijzingen die een docent of tutor aan een student geeft terwijl deze

de leertaken uitvoert. De tutor kijkt over de schouder van de student mee en verschaft informatie en terugkoppeling precies wanneer die nodig is. Procedurele informatie voor een bepaald routineaspect wordt aangeboden tijdens de *eerste* leertaak waarbij de routine door de student moet worden uitgevoerd (zie procedurele informatie in Figuur 1.1). In de daaropvolgende leertaken wordt de presentatie van de procedurele informatie snel afgebouwd in een proces dat ‘fading’ wordt genoemd. De informatie wordt altijd gespecificeerd op het beginniveau van de studenten, dat wil zeggen, op een niveau dat begrijpelijk is voor de student met het laagste niveau van bekwaamheid.

De geautomatiseerde schema’s die een student in staat stellen om de routineaspecten van een cognitieve vaardigheid correct uit te voeren worden slechts gevormd door langdurige oefening. Dit leerproces wordt vergemakkelijkt als de noodzakelijke informatie precies op het moment dat de student deze nodig heeft beschikbaar is, en dus actief is in het “werkgeheugen” van de student tijdens taakuitvoering. Het gaat hier om informatie die de uit te voeren stappen of procedures beschrijft, alsook om informatie die de kenniselementen beschrijft (feiten, concepten, plannen, principes) die noodzakelijk zijn om de stappen correct te kunnen uitvoeren. In een golfles bijvoorbeeld zal een goede instructeur een student op de driving range aanwijzingen geven over het correct vasthouden van de club, de plaatsing van de voeten en het maken van de swing, precies op het moment dat die student zijn/haar eerste drives gaat slaan, en niet tijdens een theorieles vooraf in een klaslokaal. De volgende paragrafen bespreken hoe de presentatie van zulke procedurele informatie het beste kan worden vorm gegeven.

Informatiedisplays. Procedurele informatie wordt georganiseerd in kleine eenheden die informatiedisplays worden genoemd. De organisatie in kleine eenheden is essentieel omdat alleen de presentatie van relatief kleine hoeveelheden nieuwe informatie op hetzelfde moment kan voorkomen dat gedurende het oefenen cognitieve overbelasting optreedt. Informatiedisplays bevatten een didactische specificatie van de schema's die beschrijven hoe een routine correct wordt uitgevoerd alsook de kennis die noodzakelijk is om die schema's te kunnen interpreteren en toepassen. Een informatiedisplay kan bijvoorbeeld het eenvoudige schema/procedure: "Om de machine te kunnen starten moet deze eerst aangezet worden" bevatten en tegelijkertijd aangeven dat de aan/uit schakelaar op de achterkant van de machine zit (d.w.z., een feit dat men noodzakelijkerwijs moet weten om het schema correct te kunnen gebruiken). Informatiedisplays kunnen het beste worden gekarakteriseerd als 'how-to instructions.'

Een traditionele manier om procedurele informatie te presenteren is om studenten de informatie voordat zij met oefenen beginnen uit hun hoofd te laten leren, zodat ze de informatie in het werkgeheugen kunnen activeren op het moment dat zij die nodig hebben. Deze benadering wordt *niet* aanbevolen om de simpele reden dat uit het hoofd leren een saaie bezigheid is en geen voordelen biedt boven actievere technieken voor de presentatie van procedurele informatie. In het algemeen dient men informatiedisplays te presenteren op het moment dat studenten de informatie op het display nodig hebben om de routineaspecten van een bepaalde leertaak te kunnen uitvoeren. Een informatiedisplay met specifieke informatie is dus gekoppeld aan de eerste leertaak waarvoor de informatie relevant is en de presentatie van het display wordt voor de daaropvolgende leertaken langzaam afgebouwd. Echter, een vereiste bij deze benadering is dat de docent zelf kan

bepalen met welke leertaken de studenten geconfronteerd worden, anders is het niet mogelijk om de informatiedisplays aan de juiste leertaken te koppelen. Als praktische opdrachten buiten de school plaats vinden heeft de docent deze mogelijkheid niet. In dat geval zijn zogenaamde 'learning aids' (leerhulpmiddelen) zoals on-line helpsystemen, checklists, FAQ's en handleidingen een goed alternatief. Hoewel het met deze hulpmiddelen niet mogelijk is de procedurele informatie te presenteren precies op het moment dat het nodig is, is de informatie voor studenten wel eenvoudig toegankelijk en opvraagbaar.

Demonstraties en instanties. De meeste elementen in een informatiedisplay zijn algemene beschrijvingen van de routine in de vorm van procedures of onderliggende concepten. Procedures zijn algemeen omdat zij in veel situaties kunnen worden toegepast en concepten zijn algemeen omdat zij verwijzen naar categorieën van objecten of gebeurtenissen. Het is gewenst om voorbeelden te presenteren die deze algemeenheden verduidelijken of illustreren. Voor procedures worden zulke voorbeelden demonstraties genoemd; voor concepten, plannen en principes worden ze instanties genoemd. Het 4C/ID-model beveelt aan om demonstraties en instanties te koppelen aan de leertaken. Op deze manier kan de student routines een plaats geven in de context van hele, betekenisvolle taken. Stel bijvoorbeeld dat de complexe vaardigheid 'het controleren van een chemische fabriek op storingen' de uitvoering van een standaardprocedure vereist om abnormale proceswaarden in het systeem te detecteren (i.e., een routinevaardigheid). Gekoppeld aan de eerste leertaak waarbij het uitvoeren van deze procedure relevant is, presenteert een informatiedisplay een algemene beschrijving van de procedure en de kennis die voorwaardelijk is voor het uitvoeren van die procedure. Om de procedure in de

juiste context te kunnen demonstreren, wordt de demonstratie als onderdeel van een uitgebreider modelvoorbeeld gegeven. Op deze wijze wordt aan een student die het modelvoorbeeld bestudeert dus niet alleen de routine getoond, maar ook de context waarin deze routine moet worden uitgevoerd.

Component 4: Deeltaakoefening

Meestal bieden leertaken voldoende mogelijkheden om zowel probleemoplosaspecten als routineaspecten te oefenen. Dit is mogelijk omdat rekening wordt gehouden met de verschillende kenmerken van de onderliggende leerprocessen en de informatiepresentatie daarop is afgesteld. Procedurele informatie wordt ‘just-in-time’ in kleine eenheden gepresenteerd precies op het moment dat studenten het nodig hebben; ondersteunende informatie wordt daarentegen gekoppeld aan een taakklasse en zet studenten aan tot elaboratie en koppeling van de nieuwe informatie aan wat zij al weten. Als een zeer hoge mate van automatisering van bepaalde routineaspecten noodzakelijk is kan het echter voorkomen dat de leertaken hiervoor onvoldoende oefening bieden. In dit geval kan het noodzakelijk zijn om voor deze routinevaardigheden extra deeltaakoefening te bieden (zie deeltaakoefening in Figuur 1.1).

Deeltaakoefening bevordert de automatisering van schema’s middels ‘versterking’ – een traag verlopend leerproces dat veel herhaling vereist. Bekende voorbeelden van deeltaakoefening zijn het leren van de tafels van vermenigvuldiging of het spelen van de toonladders op muziekinstrumenten. In een 4C/ID-onderwijsontwerp wordt deeltaakoefening alleen toegepast voor vaardigheden (a) die kritisch zijn voor veiligheid en gezondheid (bijv. noodprocedures), (b) die voorwaardelijk zijn voor de

uitvoering van andere hogere-orde vaardigheden, of (c) die tegelijkertijd met veel andere vaardigheden moeten worden uitgevoerd. Het is belangrijk dat pas met deeltaakoefening wordt begonnen als een geschikte ‘cognitieve context’ is gecreëerd. Dit geeft de studenten de mogelijkheid om de activiteiten te identificeren die nodig zijn om de routines te integreren in de hele leertaken. De volgende paragrafen beschrijven het ontwerpen van oefenopdrachten voor deeltaakoefening en specifieke onderwijsmethoden voor ‘overtraining.’

Oefenopdrachten. Vergeleken met de specificatie van leertaken is de specificatie van oefenopdrachten een recht-toe-recht-aan proces. Het gezegde “oefening baart kunst” is hier van toepassing. Het is belangrijk dat de hele set van oefenopdrachten divergent is, dat wil zeggen dat de set representatief is voor alle situaties waarop de onderwezen procedure van toepassing is. Alleen voor zeer complexe procedures kan het nodig zijn om te oefenen met een in complexiteit toenemende sequentie van oefenopdrachten. Het gehele algoritme wordt dan in delen ontleed en studenten worden eerst uitgebreid getraind in het uitvoeren van ieder afzonderlijk deel voordat zij beginnen met het oefenen van de gehele routinevaardigheid. Deze manier van ordening is fundamenteel anders dan die voor leertaken. Voor leertaken werd een hele-taak benadering gebruikt en een in moeilijkheid toenemende opeenvolging van leertaken. De leertaken binnen eenzelfde taakklasse werden geordend met hoge variabiliteit en iedere leertaak vereiste de integratie en coördinatie van alle betrokken samenstellende vaardigheden. Het opdelen van een taak in kleinere eenheden die afzonderlijk worden getraind en geleidelijk worden gecombineerd tot een hele taak (d.w.z. een delen-naar-geheel benadering) resulteert daarentegen in een lage variabiliteit en vergemakkelijkt niet de constructie van algemene

cognitieve schema's, maar juist een snelle automatisering van zeer specifieke schema's. Daarom wordt deze methode gebruikt voor deeltaakoefening.

Overtrainen. Deeltaakoefening zoals hierboven beschreven zal leiden tot een accurate uitvoering van de te leren routinevaardigheid. Om de routine volledig te automatiseren kunnen vervolgens nog grote hoeveelheden overtraining noodzakelijk zijn. Voor vaardigheden die in hoge mate automatisch worden uitgevoerd is het hoogste doel niet altijd accuratesse. Veel vaker is het doel het bereiken van een acceptabele mate van accuratesse gecombineerd met hoge snelheid en het vermogen om de vaardigheid tegelijkertijd met andere vaardigheden uit te voeren (bijv. in de context van de hele taak). Om dit te bereiken moet de routinevaardigheid, die de student al accuraat kan uitvoeren, eerst worden geoefend onder tijdsdruk. Zodra de student de vaardigheid binnen de gewenste tijd kan uitvoeren wordt de vaardigheid simultaan met andere inspanning eisende vaardigheden geoefend. De criteria voor het uitvoeren van de routinevaardigheid tijdens overtraining veranderen dus geleidelijk van (1) accuratesse, naar (2) accuratesse gecombineerd met snelheid, naar (3) accuratesse gecombineerd met snelheid onder condities van toenemende werkdruk.

Conclusies

Goed onderwijs voorkomt compartimentering en fragmentatie van kennis en gebruikt onderwijsmethoden die rekening houden met de transfer paradox. Het 4C/ID-model alsmede enige andere modellen (zie Merrill, 2002, voor een overzicht) geven handvatten voor de ontwikkeling van zulk onderwijs. Uitgangspunt is dat goed ontworpen onderwijs bestaat uit vier aan elkaar gerelateerde componenten: leertaken, ondersteunende

informatie, procedurele informatie en deeltaakoefening. De leertaken vormen de ruggengraat van het onderwijs. In een eerste workshop zal ik nader ingaan op de constructie van leertaken, en met name de wijze waarop leertaken studenten productgerichte en procesgerichte ondersteuning kunnen bieden. In een tweede workshop zal ik nader ingaan op de rol die leertaken spelen bij autonoom leren. Naarmate de autonomie van studenten toeneemt zullen zij steeds meer verantwoordelijk worden voor het beoordelen van hun eigen prestaties en het op basis daarvan kiezen van hun eigen leertaken.

Aan het einde van mijn rede wil ik de Rector en de Raad van Bestuur bedanken voor mijn aanstelling als titularis van de Leerstoel Ererector Verhaegen. Ik hoop dat ik, terwijl ik deze leerstoel bekleed, een bijdrage kan leveren aan de kwaliteit van het onderwijs en aan de onderwijsvernieuwing van de Universiteit Hasselt. De recente onderwijsvisie van de Universiteit Hasselt, zoals ik die in verschillende documenten ben tegengekomen, sluit met zijn accent op opdrachtgestuurd leren en zelfstandig studeren nauw aan bij mijn ideeën over onderwijsontwerp zoals ik die vanmiddag heb uiteengezet. Samen met de docenten hoop ik in de komende workshops stappen te kunnen zetten bij het realiseren van deze onderwijsvisie.

Ik dank u voor uw aandacht.

Referenties

- Briggs, G. E., & Naylor, J. C. (1962). The relative efficiency of several training methods as a function of transfer task complexity. *Journal of Experimental Psychology*, 64, 505-512.
- Naylor, J. C., & Briggs, G. E. (1963). Effects of task complexity and task organization on the relative efficiency of part and whole training methods. *Journal of Experimental Psychology*, 65, 217-224.
- Clark, R. E., & Estes, F. (1999). The development of authentic educational technologies. *Educational Technology*, 39(2), 5-16.
- Janssen-Noordman, A. M. B., & van Merriënboer, J. J. G. (2002). *Innovatief onderwijs ontwerpen: Via leertaken naar complexe vaardigheden*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology, Research and Development*, 50, 43-59.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.
- Van Merriënboer, J. J. G. (1997). *Training complex cognitive skills: A four-component instructional design model for technical training*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Van Merriënboer, J. J. G., de Croock, M. B. M., & Jelsma, O. (1997). The transfer paradox: Effects of contextual interference on retention and transfer performance of a complex cognitive skill. *Perceptual and Motor Skills*, 84, 784-786.

- Van Merriënboer, J. J. G., & Dijkstra, S. (1996). The four-component instructional design model for training complex cognitive skills. In R. D. Tennyson & F. Schott (Eds.), *Instructional design: International perspectives. Theory and research* (Vol. 1, pp. 427-445). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Van Merriënboer, J. J. G., Jelsma, O., & Paas, F. (1992). Training for reflective expertise: A four-component instructional design model for training complex cognitive skills. *Educational Technology, Research and Development*, 40, 23-43.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17, 147-177.

HOOFDSTUK 2 – WORKSHOP I

Het Construeren van Leertaken voor Opdrachtgestuurd Onderwijs

Marcel B. M. de Croock, Jeroen J. G. van Merriënboer, & Dominique A. Sluijsmans

Open Universiteit Nederland

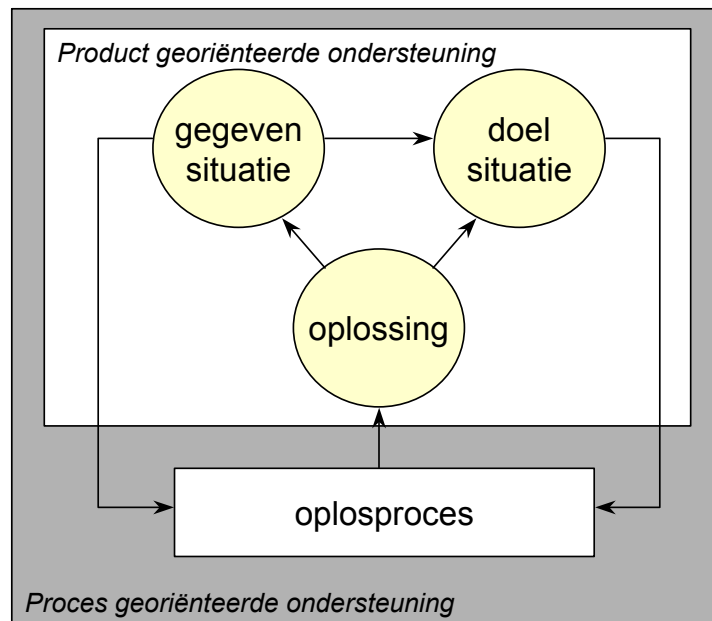
Inleiding

Een opeenvolging van leertaken of opdrachten vormt de kern van ieder 4C/ID-onderwijsprogramma (zie Figuur 1.1. in Hoofdstuk 1, waar leertaken als cirkels worden gerepresenteerd). Kenmerkend is dat studenten leertaken uitvoeren in een echte of een gesimuleerde taakomgeving en dat leertaken ‘heel’ en betekenisvol zijn, hetgeen betekent dat zij studenten bij voorkeur confronteren met alle samenstellende vaardigheden waaruit een hele complexe vaardigheid bestaat. Het is belangrijk te benadrukken dat de leertaken ervoor moeten zorgen dat de studenten zich bezig houden met activiteiten die van hen vereisen dat ze de samenstellende vaardigheden ook daadwerkelijk uitvoeren, dit in tegenstelling tot activiteiten waarbij alleen maar algemene informatie over de vaardigheid bestudeerd hoeft te worden. Voor de probleemoplosaspecten en redeneeraspecten van de complexe vaardigheid bevorderen leertaken de constructie van cognitieve schema’s door middel van inductieve leerprocessen. Dus de leertaken stimuleren studenten om cognitieve schema’s te construeren, door hen aan te zetten tot het bewust abstraheren en veralgemeniseren van kennis vanuit de concrete ervaringen die de leertaken bieden. Vervolgens zorgen leerprocessen als generalisatie en discriminatie ervoor dat de schema’s steeds weer worden aangepast of gereconstrueerd om ze in overeenstemming te

brengen met nieuwe ervaringen. De te construeren cognitieve schema's bestaan in twee vormen: (1) *mentale modellen* die weergeven hoe een bepaald domein is georganiseerd en het daarom mogelijk maken om binnen dat domein te redeneren, en (2) *cognitieve strategieën* die weergeven hoe problemen in een bepaald domein het beste kunnen worden aangepakt en zo het oplossen van problemen binnen dat domein ondersteunen.

Soorten Leertaken

Hoewel binnen een taakklasse de moeilijkheid van de opeenvolgende leertaken niet toeneemt, verschillen de leertaken wel in de mate van ondersteuning die aan de studenten wordt geboden. Bij de eerste leertaken van een taakklasse krijgen de studenten veel ondersteuning. Vervolgens wordt de ondersteuning bij iedere volgende leertaak verminderd, zodat de student uiteindelijk de laatste leertaken van de taakklasse zonder enige vorm van ondersteuning uitvoert. Dit proces waarbij de ondersteuning bij het uitvoeren van leertaken afneemt naarmate de student meer ervaring verwerft wordt “scaffolding” genoemd, omdat het vergelijkbaar is met een steiger die wordt afgebouwd naarmate de bouw verder vordert. Dit wordt herhaald voor iedere taakklasse, waardoor een zaagtandpatroon van leertaakondersteuning ontstaat voor het gehele opleidingsprogramma. Om de ondersteuningsstructuren te beschrijven wordt een algemeen raamwerk voor het oplossen van problemen gebruikt (Newell & Simon, 1972; zie Figuur 2.1).



Figuur 2.1. Een raamwerk om het oplossen van problemen te beschrijven op basis van (1) een gegeven toestand, (2) criteria voor een acceptabele doeltoestand, (3) een oplossing, en (4) een probleemoplosproces.

In dit raamwerk worden vier elementen onderscheiden waarmee het oplossen van een probleem door een student kan worden beschreven: (1) de *gegeven toestand* waarmee een student wordt geconfronteerd; (2) de criteria voor een acceptabele *doeltoestand*; (3) de *oplossing*, die wordt omschreven als een volgorde waarin operatoren moeten worden toegepast om een gegeven toestand te veranderen in een acceptabele doeltoestand, en (4) het *probleemoplosproces*, dat wordt omschreven als het tentatief uitvoeren van mentale operaties (“cognitief uitproberen”) om tot een oplossing te komen. Op basis van dit raamwerk wordt een onderscheid gemaakt tussen productgerichte ondersteuning en procesgerichte ondersteuning. Productgerichte ondersteuning verwijst alleen naar de eerste drie elementen: de gegeven toestand, de doeltoestand en de oplossing. Procesgerichte ondersteuning besteedt ook aandacht aan het probleemoplosproces.

Het 4C/ID-model onderscheidt verschillende typen leertaken die in meer of mindere mate productgerichte ondersteuning geven. Het hoogste niveau van ondersteuning wordt gegeven door middel van een uitgewerkt voorbeeld of *casestudie*. In een casestudie wordt de student geconfronteerd met de gegeven toestand, de gewenste doeltoestand en de oplossing—inclusief eventuele deeloplossingen—van een probleem. Om de aandacht van de student te trekken kunnen casestudies gebruikt worden waarin een spectaculaire gebeurtenis wordt beschreven, zoals een ongeluk, een succesverhaal, of een discutabele beslissing die goed uitpakte. Karakteristiek voor casestudies is dat studenten vragen moeten beantwoorden waardoor ze worden gestimuleerd tot diepe verwerking van de gegeven informatie en tot inductief leren waarbij mentale modellen worden gecreëerd op basis van de gegeven voorbeelden. Door voorbeelden van (deel)oplossingen te bestuderen krijgen studenten een goed overzicht van de organisatie van een leerstofdomein. Figuur 2.2 toont een casestudie uit het natuurkundeonderwijs. De gegeven situatie (een incorrect werkende elektrische schakeling), het doel (vinden en repareren van de kapotte component om zo de schakeling weer goed werkend te krijgen), en de oplossing (alle stappen die nodig zijn om de kapotte component te diagnosticeren en repareren) zijn gegeven. Om studenten te stimuleren dit voorbeeld goed te bestuderen zouden ze bij deze leertaak vragen kunnen krijgen als: "wat is de eerste stap in de oplossing die anders zou zijn als niet R3 maar R2 'open' zou zijn?"

Product-oriented Worked Example

Note for the reader regarding both Appendices:

In the diagram, AM = Ampère measurement point, SW = switch, V = voltage source, R = resistor. The Multimeter and screwdriver are TINA functionalities for measuring and repairing respectively.

The total current should be: $I_t = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$

$$\text{or: } I_t = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \frac{U}{R_4} = \frac{9V}{1k\Omega} + \frac{9V}{500\Omega} + \frac{9V}{2k\Omega} + \frac{9V}{500\Omega}$$

$$= 9mA + 18mA + 4.5mA + 18mA = 49.5mA$$

You should measure:

AM1 = 9mA AM2 = 18mA AM3 = 4.5mA AM4 = 18mA AM5 = 49.5mA

Go to T&M → Multimeter, and measure the current at AM1, AM2, AM3, AM4 en AM5. You see:

AM1 = 9mA AM2 = 18mA AM3 = 9mA AM4 = 18mA AM5 = 45mA

The calculation and measurement do not correspond, something is wrong.

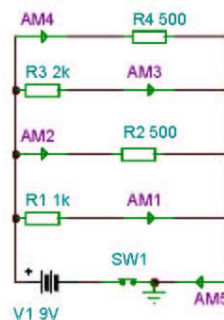
$I_3 = 9mA \rightarrow R3$ is open.

Repair R3 using the screwdriver with the ✓.

Go to T&M → Multimeter, and measure the current at AM1, AM2, AM3, AM4 en AM5. You see:

AM1 = 9mA AM2 = 18mA AM3 = 4.5mA AM4 = 18mA AM5 = 49.5mA

The measures correspond, the circuit now functions correctly.



Figuur 2.2. Een casestudie uit het natuurkundeonderwijs, waarbij een fout in een elektrische schakeling gevonden moet worden.

Aan het andere uiterste van het leertaakcontinuum staan de *conventionele leertaken* waarbij in het geheel geen ondersteuning wordt geboden en alleen een gegeven toestand en criteria voor een acceptabele doeltoestand worden gegeven. Dit is het type leertaken zoals ze meestal in het onderwijs gebruikt worden en waarbij studenten zelf een oplossing moeten bedenken. Een conventionele taak uit het natuurkundeonderwijs is:

Gegeven: Een auto die start vanuit rust en uniform accelereert met 2 meter/sec^2 heeft een gemiddelde snelheid van 17 meter/sec .

Doel: Hoe ver heeft de auto gereden?

Door te variëren met de probleemelementen (gegeven toestand, doel en oplossing) is een heel scala aan leertaken te bedenken die van elkaar verschillen in de hoeveelheid leertaakondersteuning die wordt geboden. Figuur 2.3 toont een *omgekeerde taak*, een voorbeeld van een leertaak uit een opleiding voor de chemische industrie waarbij al minder ondersteuning wordt geboden dan in een casestudie. In dit voorbeeld moeten studenten niet het probleem oplossen, maar op basis van het gegeven doel en de oplossing beredeneren wat mogelijke beginsituaties (de symptomen) geweest zouden kunnen zijn.

Figuur 2.4 toont een type leertaak, een *imitatietaak*, waarbij de ondersteuning nog verder is afgebouwd. In deze leertaak uit een opleiding tot architect krijgen de studenten een conventionele taak (maak een schetsontwerp voor een tweekamer appartement) met daarbij een casestudie (een uitgewerkt schetsontwerp voor een driekamer appartement) die zij kunnen gebruiken als analogie voor het oplossen van de conventionele taak.

Leertaakondersteuning kan nog verder worden afgebouwd door gebruik te maken van *doelvrije problemen*. Het karakteristieke aan dit soort leertaken is dat studenten niet naar een vooraf gespecificeerd doel toe moeten werken, maar vrijelijk de probleemruimte (alle mogelijke probleemtoestanden die men kan bereiken vanuit de beginsituatie) kunnen verkennen. Een doelvrije versie van de hierboven beschreven conventionele taak uit het natuurkundeonderwijs ziet er dan als volgt uit:

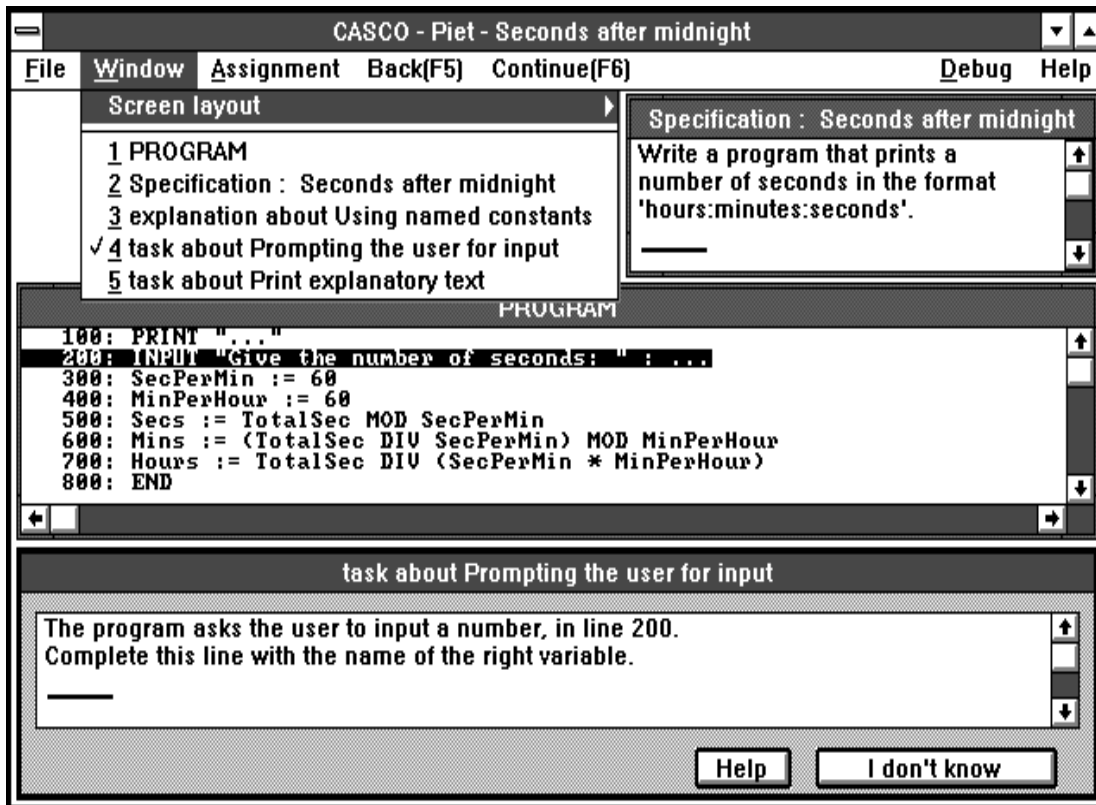
Gegeven: Een auto die start vanuit rust en uniform accelereert met 2 meter/sec^2
heeft een gemiddelde snelheid van 17 meter/sec .

Vrij doel: Bereken de waarde van zoveel mogelijk variabelen.

Een laatste voorbeeld van een leertaak waarbij minder leertaakondersteuning wordt geboden is de *aanvultaak*. Kenmerkend voor aanvultaken is dat de student al een gedeelte van de oplossing voor het probleem gegeven krijgt. Door meer of minder van de oplossing prijs te geven kan bij dit type leertaken de hoeveelheid leertaakondersteuning vrij precies geregeld worden. Figuur 2.5 toont een voorbeeld van een aanvultaak uit het programmeeronderwijs. In deze taak krijgen de studenten de opdracht om een incompleet computerprogramma verder te voltooien zodat het de gewenste output genereert.

In Tabel 2.1 worden de verschillende typen leertaken nogmaals gepresenteerd, grofweg geordend van hoge naar lage productgerichte ondersteuning en geïllustreerd voor het leren van de complexe vaardigheid ‘zoeken naar wetenschappelijke literatuur’ (zie Van Merriënboer, 1997, voor een complete beschrijving van verschillende typen leertaken). Opgemerkt dient te worden dat niet alle typen leertaken even geschikt zijn

voor ieder leerstofdoel. Verder moeten de leertaken in Tabel 2.1 gezien worden als mogelijke uitwerkingen, het staat de instructieontwerper vrij om creatief met het model van Newell en Simon om te gaan en zelf nieuwe soorten leertaken te bedenken of bestaande soorten aan te passen.



Figuur 2.5. Een voorbeeld van een aanvul- of completeeropdracht binnen het informaticadomein.

Tabel 2.1. Voorbeelden van verschillende leertaken voor de complexe taak “Het zoeken naar wetenschappelijke literatuur”. De leertaken zijn geordend van veel productgerichte ondersteuning (casestudies) naar weinig ondersteuning (conventionele leertaken).

<u>Taakklasse</u> : Studenten worden geconfronteerd met situaties waarin de zoekopdracht moet worden uitgevoerd in een domein waarbinnen de concepten duidelijk zijn gedefinieerd. Slechts een kleine hoeveelheid artikelen is geschreven over het te onderzoeken onderwerp en in slechts één domein. Daarom hoeft alleen gezocht te worden op titels en trefwoorden in één bepaalde database. Er zijn slechts enkele zoektermen nodig en de zoekopdracht zal een beperkt aantal relevante artikelen opleveren.				
<u>Leertaak</u>	<u>Gegeven toestand(en)</u>	<u>Doel toestand(en)</u>	<i>Oplossing</i>	<u>Taakomschrijving</u>
Casestudie	+	+	+	Studenten ontvangen een uitgewerkt en geannoteerd voorbeeld van de uitvoering van een zoekopdracht, bestaande uit een onderzoeksvraag, een zoekopdracht (een combinatie van zoektermen) en een met die zoekopdracht gegenereerde literatuurlijst. Zij moeten de kwaliteit van de zoekopdracht en de kwaliteit van de literatuurlijst evalueren.
Omgekeerd probleem	Voorspel	+	+	Studenten ontvangen een zoekopdracht en een met die zoekopdracht gegenereerde literatuurlijst. Zij moeten zo veel mogelijk onderzoeksvragen voorspellen waarvoor de literatuurlijst en de zoekopdracht relevant hadden kunnen zijn.
Imitatietaak	+Analoog +	+Analoog +	+Analoog Vind	Studenten krijgen de beschikking over een uitgewerkt en geannoteerd voorbeeld van de uitvoering van een zoekopdracht, bestaande uit een onderzoeksvraag, een zoekopdracht (een combinatie van zoektermen) en een met die zoekopdracht gegenereerde literatuurlijst. Zij ontvangen nog een onderzoeksvraag en de opdracht een literatuurlijst te genereren met een gelimiteerde aantal relevante artikelen. Door het gegeven voorbeeld te imiteren moeten zij een zoekopdracht formuleren, de zoekopdracht uitvoeren en uit de geproduceerde lijst van artikelen de artikelen selecteren die relevant zijn voor de onderzoeksvraag.
Doelvrij probleem	+	Definieer	Vind	Studenten ontvangen een onderzoeksvraag en een zeer a-specifiek doel, bijvoorbeeld de opdracht om zoveel mogelijk zoekopdrachten te bedenken die relevante literatuur voor de onderzoeksvraag zouden kunnen opleveren. De onderzoeksvragen moeten zij vervolgens formuleren.
Aanvultaak	+	+	Vul aan	Studenten ontvangen een onderzoeksvraag en de opdracht een voor die vraag relevante literatuurlijst te genereren. Daarnaast ontvangen zij een incomplete zoekopdracht. Zij moeten de incomplete zoekopdracht verder aanvullen, de zoekopdracht uitvoeren en uit de geproduceerde lijst van artikelen de artikelen selecteren die relevant zijn voor de onderzoeksvraag.
Conventioneel probleem	+	+	Vind	Studenten ontvangen een onderzoeksvraag en de opdracht een voor die vraag relevante literatuurlijst te genereren. Zij moeten de zoekopdracht formuleren en uitvoeren, en uit de geproduceerde lijst van artikelen de artikelen selecteren die relevant zijn voor de onderzoeksvraag.

Procesondersteuning

In procesgerichte ondersteuning wordt behalve aan de oplossing ook aandacht besteed aan het probleemoplosproces zelf. Het hoogste niveau van procesgerichte ondersteuning wordt geboden door een modelvoorbeeld. Hierin wordt de student geconfronteerd met een expert die de uitvoering van een taak—veelal hardop denkend—modelleert. De overwegingen, beslissingen en redeneringen worden door het hardop denken expliciet gemaakt voor de studenten. Hierbij is het belangrijk dat een geschikt rolmodel wordt gepresenteerd dat geloofwaardigheid heeft en een niveau van expertise dat voor de student begrijpelijk is. Hardop denken tijdens de taakuitvoering of nadat de taak is uitgevoerd (retrospectief) is het meest gebruikte hulpmiddel om het verborgen mentale probleemoplosproces van een expert voor het voetlicht te brengen. Net als bij casestudies moeten studenten bij het werken met modelvoorbeelden vragen beantwoorden die hen stimuleren tot diepe verwerking en het induceren van cognitieve strategieën uit de gegeven voorbeelden. Door modelvoorbeelden te bestuderen krijgen studenten een duidelijk overzicht van de systematische benaderingen en vuistregels die experts aanwenden bij het oplossen van problemen. Figuur 2.6 toont een modelvoorbeeld dat volledig op papier is uitgewerkt. De Figuur toont dezelfde casestudie als Figuur 2.2, echter nu aangevuld met procesinformatie (in *schuinschrift*) waarin wordt aangegeven wat de overwegingen waren van de probleemoplosser om op bepaalde momenten te besluiten tot het uitvoeren van een bepaalde actie.

Process-oriented Worked Example

1. Using Ohm's law, determine how this circuit should function.

In parallel circuits, the total current (I_t) equals the sum of the currents in the parallel branches (I_1, I_2 , etc.)

Therefore, the total current should be: $I_t = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$

$$\text{or: } I_t = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \frac{U}{R_4} = \frac{9V}{1k\Omega} + \frac{9V}{500\Omega} + \frac{9V}{2k\Omega} + \frac{9V}{500\Omega}$$

$$= 9mA + 18mA + 4.5mA + 18mA = 49.5mA$$

Hence you should measure:

$$AM1 = 9mA \quad AM2 = 18mA \quad AM3 = 4.5mA \quad AM4 = 18mA \quad AM5 = 49.5mA$$

2. Use the Multimeter to measure how the circuit actually functions.

Go to T&M → Multimeter, and measure the current at AM1, AM2, AM3, AM4 en AM5. You see:

$$AM1 = 9mA \quad AM2 = 18mA \quad AM3 = 9mA \quad AM4 = 18mA \quad AM5 = 45mA$$

3. Compare the outcomes of 1 and 2

The calculation and measurement do not correspond, something is wrong.

4. Determine which component is faulty and what the fault is

In case of infinitely low current in a parallel branch, the resistance in that branch is infinitely high, very likely that resistor is open (but possibly it is another component or the wire that's open). Unless there is infinitely low current in the entire circuit, in that case there is an infinitely high resistance somewhere outside the parallel branches, very likely the battery, switch, or wire outside the branches is open.

There is only infinitely low current in a branch ($I_3 = 9mA$), not in the entire circuit, so likely R3 is open.

5. Repair the component

Repair R3 using the screwdriver with the ✓.

6. Measure again, there might be more faults

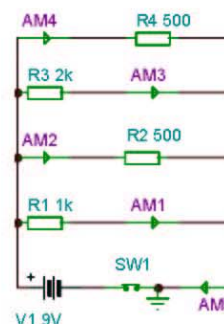
Go to T&M → Multimeter, and measure the current at AM1, AM2, AM3, AM4 en AM5. You see:

$$AM1 = 9mA \quad AM2 = 18mA \quad AM3 = 4.5mA \quad AM4 = 18mA \quad AM5 = 49.5mA$$

7. Do the measures correspond to the calculations at step 1?

Yes → problem solved No → Start again at step 4.

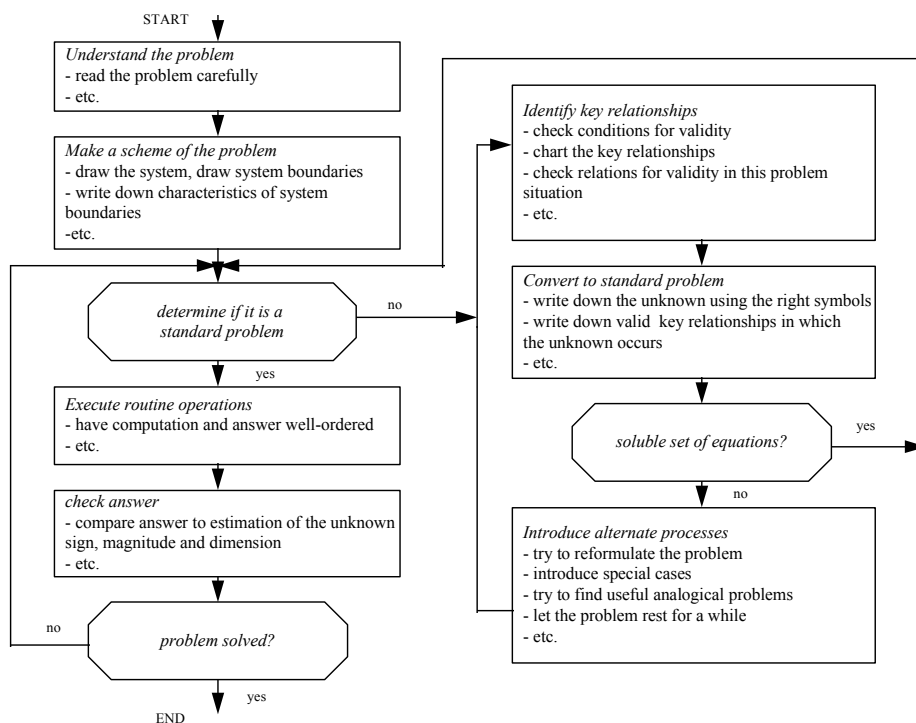
The measures correspond, the circuit now functions correctly.



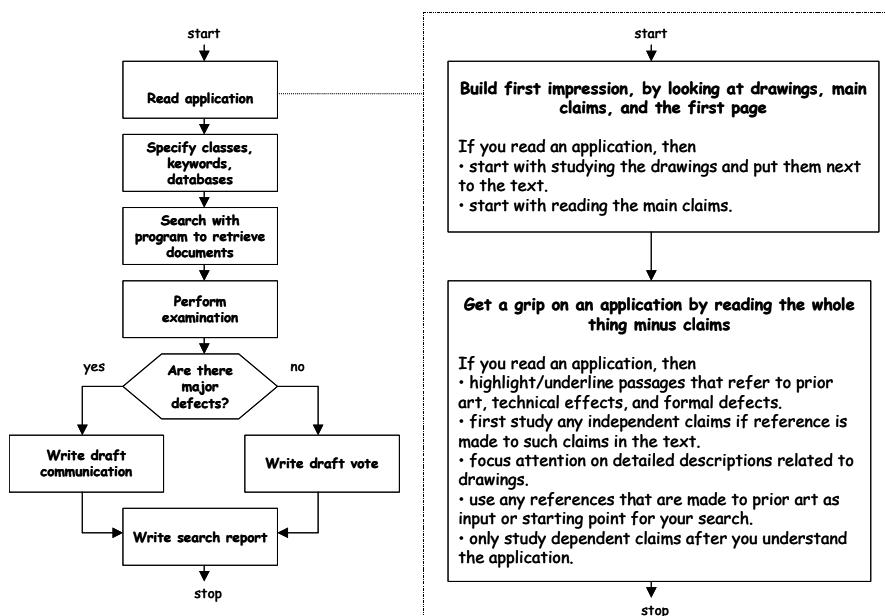
Figuur 2.6. Een modelvoorbeeld uit het natuurkundeonderwijs, waarbij een fout in een elektrische schakeling gevonden moet worden. De procesinformatie is *schuingedrukt* geschreven.

Procesgerichte ondersteuning kan ook worden geboden in de vorm van gedragsbeperkende maatregelen ('performance constraints') of gedragsondersteunende structuren. Beiden zijn gebaseerd op een cognitieve taakanalyse van strategische kennis. Het resultaat van zo'n analyse is een Systematische Probleem Aanpak (SPA) die beschrijft hoe een ervaren taakuitvoerder problemen oplost in een bepaald leerstofdomein. In een SPA worden de fasen in het probleemoplosproces beschreven en de vuistregels die behulpzaam zijn bij het succesvol afsluiten van iedere fase. Figuur 2.7 toont een SPA voor het oplossen van thermodynamicproblemen. Het kenmerkende voor gedragsbeperkende maatregelen is dat studenten iedere fase van een SPA naar behoren moeten afsluiten voordat ze met de volgende fase mogen beginnen. Zo zou een student die aan een thermodynamica probleem werkt zijn uitwerkingen na enkele stappen of na iedere fase in de SPA eerst ter beoordeling aan een docent moeten voorleggen. De docent kan zo voorkomen dat een student al vroeg in het oplosproces een verkeerde weg in slaat en vruchteloos op een verkeerde manier het probleem probeert op te lossen.

Gedragsondersteunende structuren zijn minder sturend en geven ondersteuning bij het oplossen van het probleem. Om studenten door het probleemoplosproces te begeleiden kunnen hen bijvoorbeeld *proceswerkbladen* worden aangeboden. Hierop staan de fasen van het probleemoplosproces en worden voor iedere fase bruikbare vuistregels beschreven. Figuur 2.8 toont een proceswerkblad dat gebruikt wordt bij het opleiden van patentbeoordelaars. Het werkblad geeft aan hoe de patentbeoordelaar snel een idee kan krijgen waar een patentaanvraag over gaat en of de aanvraag patentwaardig is.



Figuur 2.7. Een Systematische Probleem Aanpak (SPA) voor het oplossen van problemen in de thermodynamica.



Figuur 2.8. Een proceswerkblad voor het trainen van patentbeoordelaars.

Meer geavanceerde technieken om het probleemoplosproces te ondersteunen zijn computergestuurde ‘learning tools’ die studenten helpen om het probleem precies zo te benaderen als een expert zou doen (voor een voorbeeld zie Dufresne, Gerace, Thibodeau-Hardiman, & Mestre, 1992). Dergelijke computerondersteunde gereedschappen helpen studenten om problemen op een systematische manier aan te pakken en voorkomen dat zij een volkomen verkeerd pad inslaan.

Conclusies

In dit hoofdstuk hebben we laten zien hoe studenten ondersteund kunnen worden terwijl zij werken aan hele, betekenisvolle opdrachten. Conventionele opdrachten die behoren bij een voor een student nieuw domein kunnen, omdat de student nog maar weinig ervaring heeft met het oplossen van problemen in dit nieuwe domein, een te hoge cognitieve belasting veroorzaken. Het resultaat is dat studenten te veel gericht zijn op het vinden van oplossingen voor problemen en geen oog hebben voor de overeenkomsten en verschillen in de structuur van de verschillende problemen en hun oplossingen. Door middel van leertaakondersteuning kan dit worden verholpen en kunnen studenten worden geconfronteerd met goede voorbeelden van problemen en hun oplossing, en effectieve strategieën om tot die oplossing te komen. Omdat de studenten in deze fase van het leerproces nog niet of slechts weinig met het geheel zelfstandig oplossen van problemen bezig zijn hebben zij cognitieve capaciteit beschikbaar om gedetailleerd aandacht te besteden aan de verschillende aspecten van de voorbeeldoplossingen en oplosstrategieën.

Pas nadat studenten een idee hebben hoe de verschillende problemen kunnen worden aangepakt, kan de ondersteuning worden afgebouwd en het vinden van de

oplossing bij een probleem steeds meer aan de studenten zelf overgelaten worden, totdat de studenten uiteindelijk zelfstandig de problemen oplossen zonder enige ondersteuning. Onderzoek heeft uitgewezen dat deze geleidelijke afbouw van leertaakondersteuning zeer belangrijk is voor de doelmatigheid van het leerproces en het optreden van transfer. Zo laat recent onderzoek van van Gog, Paas en van Merriënboer (aangeboden ter publicatie) bijvoorbeeld zien dat een aanpak waarbij gewerkt van procesgerichte voorbeelden (Figuur 2.6), via productgerichte voorbeelden (Figuur 2.2.), naar conventionele taken veel effectiever is dan een aanpak waarbij gewerkt wordt van productgerichte voorbeelden, via procesgerichte voorbeelden, naar conventionele taken. Geleidelijke afbouw van ondersteuning of ‘scaffolding’ is een belangrijke sleutel tot het bereiken van transfer van het geleerde naar nieuwe probleemsituaties.

Referenties

- Dufresne, R. J., Gerace, W. J., Thibodeau-Hardiman, P., & Mestre, J. P. (1992). Constraining novices to perform expertlike problem analyses: effects on schema acquisition. *The Journal of the Learning Sciences*, 2, 307-331.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Van Gog, T., Paas, F., & van Merriënboer, J. J. G. (aangeboden ter publicatie). Effects of sequencing process-oriented and product-oriented worked examples on troubleshooting transfer performance.
- Van Merriënboer, J. J. G. (1997). *Training complex cognitive skills: A four-component instructional design model for technical training*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

HOOFDSTUK 3 – WORKSHOP II

Het Vormgeven van Autonomoos Leren in Opdrachtgestuurd Onderwijs

Dominique A. Sluijsmans, Jeroen J. G. van Merriënboer, Wendy Kicken,

& Marcel B. M. de Croock

Open Universiteit Nederland

Inleiding

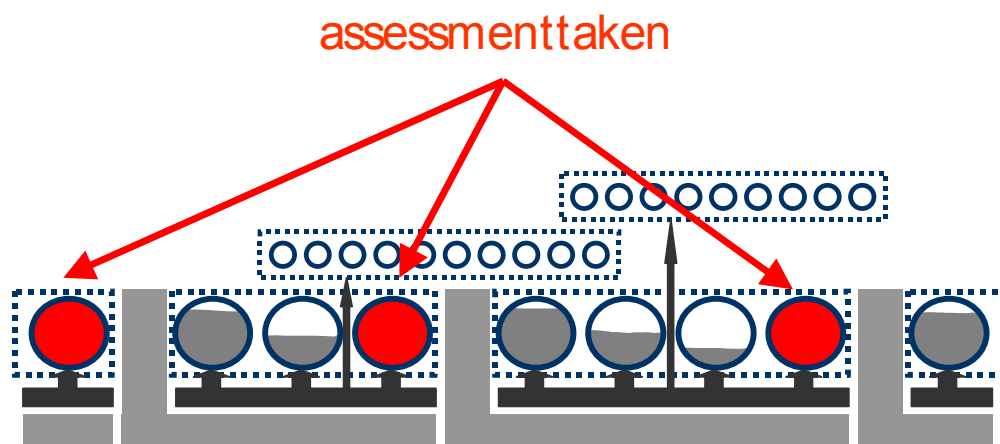
In onderwijs ontworpen volgens het 4C/ID-model zijn leertaken de stuwende kracht voor complex leren (Van Merriënboer, Jelsma, & Paas, 1992). In deze leertaken worden theorie en praktijk verregaand geïntegreerd en volgens het principe van de ‘hele-taak-benadering’ aangeboden. Een curriculum dat is gebaseerd op leertaken maakt het mogelijk het onderwijs te flexibiliseren. Flexibilisering van onderwijs betekent dat adequaat wordt ingesprongen op de individuele vragen en leerbehoeften van studenten met als resultaat dat het onderwijs doelmatiger wordt ingericht.

Er kunnen drie niveaus van flexibilisering worden onderscheiden. Het eerste niveau betreft het vraaggestuurd aanbieden van deeltaakoefening waarin ‘losse’ routinevaardigheden worden getraind (zie voor een uitgebreide beschrijving van deeltaakoefening Hoofdstuk 1). Deze vorm van vraagsturing is relatief eenvoudig te implementeren, aangezien het om onderwijs gaat dat op meerdere momenten voor grote groepen studenten alsook individuele studenten aan te bieden is. Te denken valt aan cursussen Powerpoint, reanimatiecursussen en allerlei applicatiecursussen. Bij flexibilisering op het tweede niveau gaat het om het vraaggestuurd aanbieden van de

ondersteunende informatie die studenten nodig hebben voor de uitvoering van leertaken (de ‘theorie’). Vaak is dit lastiger te implementeren omdat groepen en leerstofinhouden ad hoc moeten worden samengesteld. Op het derde niveau van flexibilisering tenslotte ontvangt iedere student een persoonlijke set van leertaken die aansluiten bij de leerbehoefte, het competentieniveau en de voorkeuren van de student. Dit hoofdstuk biedt richtlijnen hoe onderwijs vormgegeven vanuit het 4C/ID-model zodanig kan worden geflexibiliseerd dat autonoom en vraaggestuurd leren van studenten op het derde niveau wordt gestimuleerd. Het belang van valide en betrouwbare assessments als ruggengraat van een portfolio staat hierbij centraal.

Assessment in het 4C/ID-model

Wanneer binnen een bepaalde taakklasse de ondersteuning bij het uitvoeren van een leertaak wordt weggehaald en de student het dus ‘op eigen kracht’ moet doen, kan zo’n leertaak worden opgevat als een assessmenttaak (zie Figuur 3.1).



Figuur 3.1. Van leertaken naar assessmenttaken.

Een scala van mogelijke assessmenttaken is voorhanden om het niveau van competentieontwikkeling te demonstreren. Drie voorbeelden zullen we beschrijven: de Situational Judgment Test (SJT), de Work Sample Test (WST) en de Performance On the Job (POJ).

Bij een SJT krijgt de student een realistische beschrijving voorgelegd van een situatie waarin hij/zij bij de latere beroepsuitoefening gemakkelijk terecht kan komen. De student moet daarna uit een reeks alternatieven de beste handelwijze kiezen. Zowel de situatiebeschrijving als de verschillende handelwijzen kunnen tamelijk realistisch gepresenteerd worden, bijvoorbeeld in de vorm van videofragmenten. De SJT meet vooral beroepsgerelateerde kennis en geeft informatie over het vermogen van de student om de beroepsgerelateerde kennis in steeds andere contexten te gebruiken (vermogen tot transfer).

Bij een WST voert de student onder nagebootste omstandigheden een realistische taak uit in de reële werkomgeving met gebruikmaking van alle hulpmiddelen die de beroepsbeoefenaar normaal ook ter beschikking staan. Het verschil met de normale uitoefening van het beroep is dat bepaalde gedragingen, die horen bij het repertoire van de competente beroepsbeoefenaar, explicieter worden uitgelokt door het aanbieden van bepaalde stimuli. Een direct gevolg hiervan is dat de student vaak alerter is dan tijdens een assessment waarin op minder nadrukkelijke wijze bepaald gedrag wordt uitgelokt. De voorspellende waarde van de WST voor het functioneren in een beroep hangt onder andere af van de manier waarop het gedrag wordt uitgelokt. Een kenmerk van de competente persoon is dat die geheel zelfstandig de signalen oppikt die indiceren dat er een probleemsituatie is ontstaan en dat er op de een of andere manier ingegrepen moet

worden. Wanneer in een WST het verlangde gedrag te nadrukkelijk wordt uitgelokt, kan er niet worden vastgesteld of de student in staat is om de bewuste signalen te herkennen. Dit doet afbreuk aan de voorspellende waarde van het instrument.

Bij een POJ wordt er geen gedrag uitgelokt door gestuurde interventies. De student doet zijn werk in een volledig authentieke setting. Het enige onderscheid met de reële werksituatie is de wetenschap van de student dat hij/zij geobserveerd en beoordeeld wordt. Uiteraard levert dit instrument de beste voorspellingen over het toekomstig werkgedrag. De keerzijde vormt de inefficiëntie van de methode.

Goed ontworpen assessmenttaken en de bijbehorende beoordelingsinstrumenten zijn valide, betrouwbaar, eerlijk en vormen de basis om tot beslissingen te komen over het meest adequate leertraject. Een methode om de bewijzen en de daarmee samenhangende beslissingen vast te leggen is het Protocol Portfolio Scoring.

Het Protocol Portfolio Scoring

Omdat in onderwijs dat op het 4C/ID-model is gebaseerd van meet af aan gewerkt wordt aan realistische leertaken, kan al tijdens de opleiding begonnen worden met het verzamelen van informatie die tegen het einde van de opleiding gebruikt wordt voor een afgewogen conclusie over het al dan niet verworven hebben van de benodigde competenties. Protocol Portfolio Scoring (PPS; Straetmans, Sluijsmans, Bolhuis, & van Merriënboer, 2003) maakt het mogelijk om de studievoortgang van een student ten aanzien van een aantal aspecten van competenties continu te volgen door resultaten van leertaken en assessmenttaken op te slaan in een portfolio. Een dergelijk portfolio heeft vier kenmerken.

Het *eerste kenmerk* is dat in het portfolio bewijzen worden vergaard uit een grote variatie aan assessmenttaken. Net als objectieve studietoetsen moeten de resultaten op assessmenttaken voldoen aan de gebruikelijke kwaliteitskenmerken voor betrouwbaarheid en validiteit, maar ook aan kenmerken als de nauwkeurigheid van de resultaten, de cognitieve complexiteit van de assessmenttaak, de authenticiteit van de taakuitvoering, de transparantie van de assessment en de eerlijke kans die studenten via de assessmenttaak gekregen hebben om te laten zien dat ze de competentie verworven hebben (Dierick et al., 2002). Crooks et al. (1996) zien deze kwaliteitskenmerken als schakels in een kwaliteitsketen die de verbinding vormt tussen de prestatie op een concrete assessmentopdracht en de conclusie over de bekwaamheid in een doeldomein. Als een schakel ontbreekt of onvoldoende solide is, komt het maken van een betrouwbare beslissing over de competentie in gevaar. De conclusie moet zijn dat er geen beste assessmenttaak is. Omdat de verschillende assessmenttaken de zwakke schakel niet allemaal op dezelfde plek hebben, verdient het niet alleen aanbeveling om veel bewijs te verzamelen maar ook om dit te doen met verschillende vormen van taken (Straetmans & Sanders, 2002).

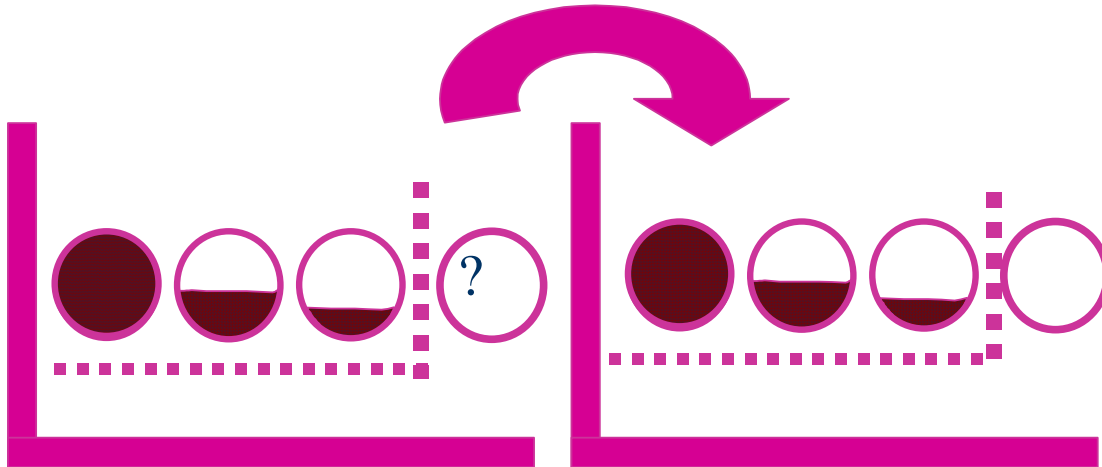
Om op grond van een beoordelingsportfolio een conclusie te trekken over het al dan niet verworven hebben van de competentie moeten alle bewijsstukken in het beoordelingsportfolio dezelfde beoordelingsgrondslag hebben. Het *tweede kenmerk* van PPS is dat het gedrag van de student, ongeacht de gebruikte assessmenttaak, steeds beoordeeld wordt aan de hand van dezelfde set van beoordelingscriteria. Alleen dan is het zinvol om de resultaten van verschillende bewijsstukken bij elkaar te tellen. Deze beoordelingscriteria vormen tezamen een operationalisatie van de betreffende

competentie. De beoordelingscriteria betreffen die aspecten van het gedrag (of het resultaat daarvan) die het verschil maken tussen een competente en incompetente beroepsbeoefenaar. Dit kunnen criteria zijn die routinematige aspecten van gedrag beschrijven (bijv. typen van een tekst), criteria die te maken hebben met het probleemoplosproces (bijv. een Systematisch Probleem Aanpak, zie ook Hoofdstuk 1) als ook criteria die te maken hebben met ‘waarden en normen’ aspecten (bijv. op tijd komen of goed kunnen samenwerken). Welke beoordelingscriteria in een bepaalde beoordelingssituatie gebruikt worden, hangt af van de gebruikte assessmenttaak. PPS gaat er van uit dat een assessor tijdens de uitvoering van de opdracht zorgvuldig waarneemt en daarvan aantekeningen maakt en pas achteraf bepaalt welke beoordelingscriteria gescoord kunnen worden op basis van wat is waargenomen.

Curricula ontworpen volgens de 4C/ID-richtlijnen zullen altijd de standaard voor elk beoordelingscriterium specificeren. Wanneer is er voldoende bewijs verzameld om de conclusie te trekken dat de betreffende competentie verworven is? Het bepalen van een standaard is het *derde kenmerk* van PPS en tevens een van de moeilijkste zaken bij het ontwikkelen van assessmenttaken. Experts zullen doorgaans degenen zijn die de standaarden van de beoordelingscriteria bepalen. Zij kunnen de minimale eisen waaraan de taak moet voldoen beschrijven.

Het *vierde kenmerk* van PPS tenslotte is het komen tot een beslissing waarbij een verticale en horizontale evaluatie nodig is. De verticale evaluatie is nodig om vast te stellen aan welke specifieke criteria nog niet wordt voldaan. Elk criterium wordt middels een aantal taken beoordeeld. Bij de horizontale evaluatie worden alle beoordelingscriteria met betrekking tot een specifieke assessmenttaak beoordeeld. De student gaat alleen maar

verder met taken van een hogere complexiteit wanneer zowel de verticale als de horizontale evaluatie positief is (zie Figuur 3.2).



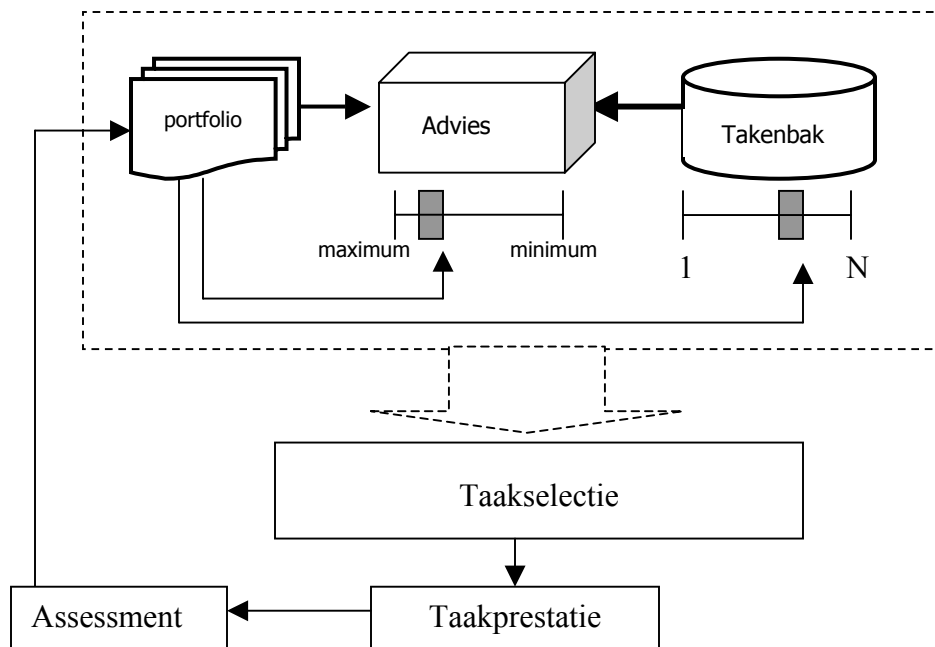
Figuur 3.2. Het nemen van beslissingen.

Dit proces herhaalt zich totdat de student de assessmenttaak in de taakklasse van de hoogste complexiteit op voldoende niveau uitvoert. De student mag dan startbekwaam worden genoemd.

De Rol van de Student

In het voorafgaande is beschreven hoe assessment in samenhang met een portfolio gestalte kan krijgen. Maar hoe kan dit portfolio worden ingezet op een zodanige manier dat autonoom en vraaggestuurd leren wordt gestimuleerd? In Hoofdstuk 1 van dit boekje is al aangegeven dat autonoom leren in optima forma betekent dat elke student steeds opnieuw zijn of haar volgende leertaak mag kiezen. Deze keuze heeft dan betrekking op de ondersteuning en begeleiding die bij de volgende leertaak geboden wordt; de complexiteit en moeilijkheid van deze taak (d.w.z., de taakklasse waar de taak deel van

uitmaakt), alsmede andere kenmerken waarop taken van elkaar kunnen verschillen. PPS geeft handvatten om resultaten op assessmenttaken leidend te laten zijn bij het kiezen van nieuwe leertaken. De weloverwogen keuze van een volgende leertaak is echter alleen maar mogelijk als de student zelf ook precies weet wat haar of zijn zwakke en sterke punten zijn, zodat de volgende taak hier op in kan spelen en de student zo goed mogelijk naar het gewenste eindniveau kan leiden. Kicken et al. (2005) hebben een model ontwikkeld dat weergeeft hoe het taakselectieproces van een student ondersteund en verbeterd kan worden (zie Figuur 3.3), teneinde autonoom leren te stimuleren.



Figuur 3.3. Model voor het selecteren van leertaken.

Kern van het model vormen de drie informatiebronnen, bovenaan in Figuur 3.3. weergegeven als de drie elementen binnen de grote pijl. Op basis van deze bronnen maakt de student een selectie uit de taken die in de leeromgeving beschikbaar zijn. Het

portfolio verschaft de student specifieke informatie over zijn prestatie op verscheiden beoordelingscriteria, beoordeeld door verschillende beoordelaars (de student zelf, de docent/instructeur, een peer). Het portfolio heeft tot doel de student te helpen gestructureerd te reflecteren op zijn of haar prestaties en de volbrachte taken te administreren. Het portfolio begeleidt de student in het proces van terugblikken in functie van vooruit plannen.

Naast informatie over zijn leerbehoeften heeft de student ook informatie nodig over het leeraanbod om zo een geschikte volgende taak uit te kiezen. Een gedetailleerde beschrijving van taakkenmerken zoals het moeilijkheidsniveau, de mate van geboden ondersteuning en het doel van de taak, helpen de student om meer inzicht te krijgen in de geschiktheid van taken.

Een laatste informatiebron is advies over de gemaakte keuzes. Niet alle studenten zijn even goed in staat op basis van de twee eerder beschreven informatiebronnen (portfolio en taakkenmerken) een goede keuze te maken uit een aanbod van taken. Een derde informatiebron is daarom advisering over geschiktheid van taken in relatie tot de prestatie van studenten. Belangrijk hierbij is dat het advies onderbouwd wordt met argumenten, opdat de student meer inzicht zal krijgen in de informatie die gebruikt wordt bij het maken van keuzes (i.e., zwakke punten, moeilijkheidsniveau van vorige taak). Met andere woorden, de feedback (interpretatie van prestatie) moet gekoppeld worden aan de feedforward (te kiezen volgende taak).

Op basis van de beschreven informatie zal de student een taakselectie maken (het kader onder de blokpijl). Deze wordt vervolgens uitgevoerd en beoordeeld. De beoordeling kan worden uitgevoerd door een docent, maar ook door een peer of de

student zelf (Sluijsmans, 2002). Belangrijk is dat hierbij gebruik wordt gemaakt van de beoordelingscriteria zoals die per competentie zijn vastgesteld. De gegevens over de prestatie van de student zullen worden opgenomen in het portfolio, waarna het taakselectieproces opnieuw begint.

Naast ondersteuning van het taakselectieproces geeft het model ook weer hoe de keuzevaardigheid van studenten geleidelijk verbeterd kan worden. In Figuur 3.3 symboliseren de schuifmaten onder het advies en de takenbak de mogelijkheid tot af- of toename van de omvang (i.e., concreetheid en uitgebreidheid) van het advies en de grootte van de takenbak (i.e., aantal taken waaruit gekozen kan worden). Naarmate de student meer ervaring heeft met het kiezen van taken, kan het advies steeds minder sturend en concreet worden. Bovendien kan het aantal beschikbare taken waaruit studenten zelf kunnen kiezen langzaamaan toenemen, daar zij steeds beter in staat zullen zijn om hieruit een selectie te maken van relevante taken.

Conclusies

Dit hoofdstuk richtte zich op het autonome en vraaggestuurde leren van studenten in flexibel onderwijs gebaseerd op uitgangspunten van het 4C/ID-model. De laatste leertaken in een taakklasse worden door de studenten zelfstandig uitgevoerd. Deze taken kunnen dan ook goed gebruikt worden als assessmenttaken. Competentieontwikkeling betekent nu dat studenten steeds opnieuw in hun handelen moeten bewijzen competent te zijn, onder omstandigheden die in complexiteit toenemen. Dit waarborgt een geleidelijke competentieontwikkeling tot het niveau dat vereist is voor de beroepspraktijk. Naar

verwachting is deze onderwijsmethode, waarbij geleerd wordt door te werken aan zelf gekozen authentieke taken, uitdagender en meer motiverend voor studenten.

De in deze workshop voorgestelde procedure voor het aanleggen en beoordelen van een portfolio, aangeduid als het Protocol Portfolio Scoring (PPS), kan bijdragen aan deze nieuwe visie op leren. Bewijsmateriaal over competentieontwikkeling wordt in het portfolio verzameld, waarbij een variatie aan assessmentmethoden (de ‘methodemix’) wordt gebruikt om de competentie zo goed mogelijk te beoordelen. Elk nieuw bewijsstuk geeft informatie over de competentie, uitgedrukt in termen van resultaten op een standaardset van beoordelingscriteria. Beslissingen over het al dan niet verworven zijn van een competentie berusten op een verticale en horizontale evaluatie van de tot dan behaalde resultaten. PPS beoogt de opbouw en beoordeling van een portfolio op een systematische en verantwoorde manier te laten plaatsvinden om zo te komen tot accurate beslissingen over de verwerving van competenties en om tot adviezen te komen voor de selectie van volgende leertaken. Horizontale evaluatie is daarbij vooral van belang om advies te geven over de mate van ondersteuning in een volgend te kiezen leertaak binnen een taakklasse. Ondersteuning neemt af als de resultaten op de horizontale evaluatie verbeteren, ondersteuning neemt toe als de resultaten verslechteren. Ondersteuning valt weg als de resultaten gelijk of hoger zijn dan de standaard.

Een belangrijk punt van discussie betreft de mate van zelfsturing van de student. Omdat docenten vaak een andere interpretatie aan beoordelingscriteria geven dan studenten (zie Bjork, 1999), is meer onderzoek nodig naar de rol die self-assessment en peer-assessment kunnen spelen in een portfolio. In de praktijk zal het selecteren van de juiste leertaken een gedeelde verantwoordelijkheid tussen de docent en student zijn,

waarbij de verantwoordelijkheid van de student toeneemt naarmate de vaardigheden in zelfregulatie verder worden ontwikkeld. Deze vaardigheden betreffen niet alleen self-assessment vaardigheden, maar bijvoorbeeld ook oriëntatievaardigheden (wat kan ik leren van deze taak?), planningsvaardigheden (hoeveel tijd en energie moet ik in deze taak steken?) en monitoringsvaardigheden (heb ik genoeg geleerd om met deze taak te kunnen stoppen?). De ontwikkeling van deze vaardigheden eist echter een flinke investering van zowel studenten als docenten.

Het 4C/ID-model en PPS bieden praktische richtlijnen voor het ontwikkelen van flexibel en vraaggestuurd onderwijs. De onderwijskundige waarde moet echter nog worden bewezen. Experimenten in proeftuinachtige opzetten zijn daarom nodig. In de eerste plaats om na te gaan wat het betekent voor de direct betrokkenen om onderwijs te verzorgen c.q. te krijgen dat zo totaal anders is georganiseerd. In de tweede plaats om vast te stellen in hoeverre de aanpak geschikt is voor toepassing op grote schaal. In de derde plaats om te onderzoeken welke onderdelen uit het instructie- en assessmentplan voldoende functioneren en welke voor verandering of vervanging in aanmerking komen. Wij hopen en verwachten dat de hier geschetste aanpak de discussie over de vormgeving van flexibel en vraaggestuurd onderwijs kan bevorderen.

Referenties

- Bjork, R. A. (1999). Assessing our own competence: Heuristics and illusions. In D. Gohper & A. Koriat (Eds.), *Attention and performance XVII. Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application* (pp. 435-459). Cambridge, MA: MIT Press.
- Crooks, T. J., Kane, M. T., & Cohen, A. S. (1996). Threats to the valid use of assessments. *Assessment in Education*, 3, 265-285.
- Dierick, S., van de Watering, G., & Muijtjens, A. (2002). De actuele kwaliteit van assessment: Ontwikkelingen in de edumetrie. In F. Dochy, L. Heylen, & H. van de Mosselaer (Red.), *Assessment in onderwijs: nieuwe toetsvormen en examinering in het studentgericht onderwijs en competentiegericht onderwijs* (pp. 91-122). Utrecht: Lemma.
- Kicken, W., Brand-Gruwel, S., & van Meriënboer, J. J. G. (2005, Mei). *Advisering bij het kiezen van leertaken in het vraaggestuurd onderwijs*. Poster gepresenteerd bij de Onderwijs Research Dagen (ORD), Gent, België.
- Sluijsmans, D. M. A. (2002). *Student involvement in assessment: The training of peer assessment skills*. Unpublished doctoral dissertation, Open University of the Netherlands, Heerlen.
- Straetmans, G., Sluijsmans, D., Bolhuis, B. & van Merriënboer, J. J. G. (2003). Integratie van instructie en assessment in competentiegericht onderwijs. *Tijdschrift voor Hoger Onderwijs*, 3, 171-197.
- Straetmans, G., & Sanders, P. F. (2001). *Beoordelen van competenties van docenten*. Den Haag: Programmamanagement EPS/HBO-raad.

Van Merriënboer, J. J. G., Jelsma, O., & Paas, F. (1992). Training for reflective expertise:
A four-component instructional design model for training complex cognitive skills.
Educational Technology, Research and Development, 40, 23-43.